ব্যবহারিক জৈব রসায়ন

(PRACTICAL ORGANIC CHEMISTRY)

জীবন রঞ্জন ভট্টাচার্য
অধ্যাপক, রামানন্দ কলেজ, বিষ্ণুপুর, বাঁকুড়া।

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদ

Byabaharik Jaiba Rasayan
by Jiban Ranjan Bhattacharya

প্রকাশকাল :

প্রথম প্রকাশ—মার্চ, ১৯৮২

প্রকাশক :

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদ
(পশ্চিমবঙ্গ সরকারের একটি সংস্থা)
আর্য ম্যানসন (নবম তল)
৬এ রাজা সুবোধ মল্লিক স্কোয়ার
কলিকাতা-৭০০০১৩

মুদ্রাকর :

শ্রীসুধাতোষ বসু
ইম্প্রেশন
৬৩বি, মদন মিত্র লেন
কলিকাতা-৭০০০০৬

প্রচ্ছদশিল্পী :

শ্রীকমল শেঠ

Published by Prof. Dibyendu Hota, Chief Executive Officer, West Bengal State Book Board, under the Centrally Sponsored Scheme of Production of book and literature in regional language at the University level, launched by the Government of India, the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

গ্রন্থকারের নিবেদন

মাতৃভাষায় স্নাতক ও স্নাতকোত্তর পর্যায়ের পাঠ্যপুস্তক রচনার যে শুভ প্রয়াস পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদ গ্রহণ করেছেন তারই ফলশ্রুতি 'ব্যবহারিক জৈব রসায়ন' গ্রন্থখানির প্রকাশ। পশ্চিমবঙ্গের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের পাঠ্যসূচী অনুযায়ী সাম্মানিক পাঠক্রমের জন্যে বইটি লিখেছি। যে সমস্ত ইংরেজী শব্দের প্রচলিত পরিভাষা নেই সেক্ষেত্রে সাধ্যমত অর্থবহ ও প্রাঞ্জল পরিভাষা ব্যবহার করার চেষ্টা করেছি।

মূল পাণ্ডুলিপি লেখার পর থেকে প্রেসে যাবার আগে পর্যন্ত মূল্যবান পরামর্শ দিয়ে সাহায্য করেছেন প্রেসিডেন্সী কলেজের রসায়ন বিভাগের প্রধান এবং এই বইটির রিভ্যুয়ার ডক্টর ধীরেন্দ্রনাথ চ্যাটার্জী। সপ্তম অধ্যায় প্রণয়নে তথ্য দিয়ে সাহায্য করেছেন বিজ্ঞান কলেজের রসায়ন বিভাগের রিডার ডক্টর অভিজিৎ ব্যানার্জী ও ডক্টর (মিসেস) জুলি ব্যানার্জী। Indian Association for the Cultivation of Science ও বিজ্ঞান কলেজের লাইব্রেরী কর্তৃপক্ষ বিভিন্ন পুস্তক পড়ার অনুমতি দিয়ে সাহায্য করেছেন। আমার প্রাক্তন সহকর্মী শ্রীমতী দীপ্তি জানা (মাইতি) ও প্রাক্তন ছাত্র বরুণ দেব, অচিন্ত্য সরকার, বিভাস সেনগুপ্ত, দীপক পালিত, প্রণব কুমার সিংহ আমাকে বিভিন্নভাবে সাহায্য করেছেন। বইটির ভ্রম সংশোধনে বর্তমান ছাত্ররাও আমাকে সাহায্য করেছেন। রাজ্য পুস্তক পর্ষদের মুখ্য প্রশাসন আধিকারিক শ্রী দিব্যেন্দু হোতা ও পর্ষদের কর্মীবৃন্দ ও আর্টিষ্ট শ্রী এস. মিত্র. আমাকে সহযোগিতা করেছেন। আমি সবার কাছে কৃতজ্ঞ।

ইংরেজী ভাষা যাদের কাছে বাধা সেইসব ছাত্র-ছাত্রীদের কাছে আমার বইটি সমাদৃত হলে প্রচেষ্টা সার্থক মনে করবো।

সতর্কতা অবলম্বন করা সত্বেও কিছু ভুল থেকে গেছে। বইয়ের শেষে ভ্রম সংশোধনীতে তা সংশোধন করে দেবার চেষ্টা করেছি। তা সত্বেও যদি কোন ভুল থেকে থাকে সেগুলোর প্রতি শিক্ষক-শিক্ষার্থীবৃন্দ দৃষ্টি আকর্ষণ করলে আনন্দিত হবো।

বিষ্ণুপুর, বাঁকুড়া।
১৫ই ফেব্রুয়ারী, ১৯৮২

জীবন রঞ্জন ভট্টাচার্য

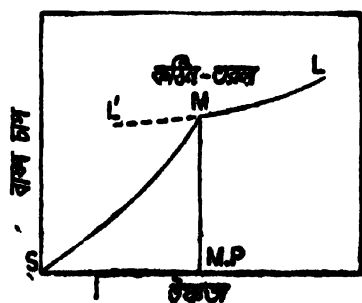
সূচীপত্র

প্রথম অধ্যায়

জৈব যৌগসমূহের শোধন

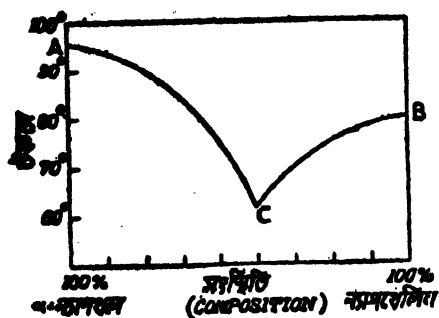
জৈব যৌগ শোধনের জন্য যে সব পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয় সেই সব পদ্ধতি এই অধ্যায়ে আলোচিত হইল। এইগুলির মধ্যে কতকগুলির বহুল ব্যবহার দেখা যায়। আবার কতকগুলি কখনও কখনও প্রয়োগ করা হয়। ছাত্রদের যাহাতে সমস্ত পদ্ধতিগুলি সম্পর্কে ধারণা জন্মায় সেই কারণে সবগুলি সম্পর্কে কিছু কিছু লিখিত হইল।

বিশুদ্ধতা নির্ণায়ক (Criteria of purity) : কঠিন যৌগ

কঠিন যৌগের বিশুদ্ধতা নির্ণায়ক হইল উহার একটি নির্দিষ্ট গলনাংক। যদি কঠিনটি সন্দেহাতীতভাবে বিশুদ্ধ হয় তাহা হইলে ইহা 1 বায়ুমণ্ডলের চাপে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গলিতে শুরু করিবে। ঐ তাপমাত্রায় পদার্থ কঠিন ও তরল উভয় দশাতেই বর্তমান থাকে ; তরলের বাষ্পচাপ ও কঠিনের বাষ্পচাপ সমান হয় এবং কঠিনের তরলে পরিণত হওয়ার হার ও তরলের কঠিনে পরিণত হওয়ার হার সমান। কঠিনের বাষ্পচাপ উষ্ণতার সংগে যে হারে বাড়িতে থাকে তরলের বাষ্পচাপ উষ্ণতার সংগে সে হারে বাড়িবে না। কোন একটি কঠিন লইয়া উহাকে বিভিন্ন উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হইল এবং অনুরূপ বাষ্পচাপ (corresponding vapour pressures) নির্ণয় করা হইল। আবার উহাকে তরলে পরিণত করিয়া বিভিন্ন উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা ও অনুরূপ বাষ্পচাপ মাপা হইল। এইবার পরীক্ষালব্ধ ফলদ্বারা X-অক্ষ বরাবর বাষ্প চাপ ও Y-অক্ষ বরাবর উষ্ণতা ধরিয়া লেখ অঙ্কন করিলে একটি বক্ররেখা হইবে (1 নং চিত্র)। যেখানে SM ও ML মিশিয়াছে সেই বিন্দুকে গলনাংক বা হিমাংক (freezing point) বলে।

চিত্র নং 1

যদি সামান্যতম অপদ্রব্যও কঠিন পদার্থটির সহিত যুক্ত থাকে তাহা হইলে যে তাপমাত্রায় উহার গলিবার কথা, তাহা হইতে কম তাপমাত্রায় ইহা গলিতে

শুরু করিবে। কতকগুলি কঠিন রহিয়াছে যাহারা তাহাদের গলনাংকে বিয়োজিত হইয়া যায়; ফলে উহাদের গলনাংক অনেক নীচে নামিয়া যাইতে পারে। 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের গলনাংক 198°C কিন্তু এই উষ্ণতায় ইহা বিয়োজিত হইয়া যায়। দুগ্ধ শর্করার (ল্যাকটোজ) গলনাংক ২০১°C কিন্তু উষ্ণতা গলনাংকে পৌছিয়া গেলেই উহা বিয়োজিত হয়।

এমন অনেক মিশ্রণ আছে যাহাদের নিত্য গলনাংকী মিশ্রণ বলে। এইসব মিশ্রণের মধ্যে একটির উদাহরণ দিতেছি (2নং চিত্র)। ৫-ন্যাপথলের গলনাংক 94°C এবং ন্যাপথেলিনের গলনাংক 80°C কিন্তু ৫-ন্যাপথলের 60·5 মোল ও ন্যাপথেলিনের 39·5 মোলের মিশ্রণ একটি নিত্য গলনাংকী মিশ্রণে রূপান্তরিত হইবে এবং 61°C উষ্ণতায় গলিবে। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে নিত্য গলনাংকী মিশ্রণের গলনাংক উহার মধ্যকার উপাদানগুলির বা উপাদানগুলির যে কোন অনুপাতের মিশ্রণের গলনাংক হইতে কম।

চিত্র নং 2

গলনাংক নির্ধারণ :

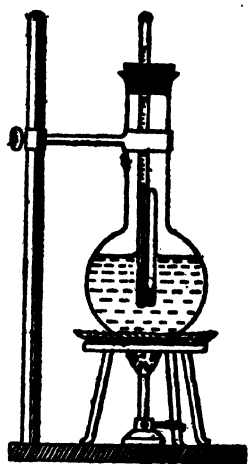
গলনাংক নির্ধারণ করিবার জন্য প্রথমে কঠিন জৈবটি সামান্য একটু লইয়া ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া লও। তারপর একটি কৈশিক নল (capillary tube) নিয়া উহার এক মুখ আগুনে প্রবেশ করাইয়া গলাইয়া বন্ধ করিয়া দাও। এইবার অপর মুখটি গুঁড়া জৈবটির মধ্যে ঠেলিয়া দাও। কিছুটা নলের মুখের মধ্যে প্রবেশ করিবে। এইবার নলটি মৃদু মৃদু আঘাত কর। তাহাতে গুঁড়া নলের ভিতরে প্রবেশ করিবে। এই প্রক্রিয়ায় কিছু কঠিন যৌগ কৈশিক নলে প্রবেশ করানো হয়।

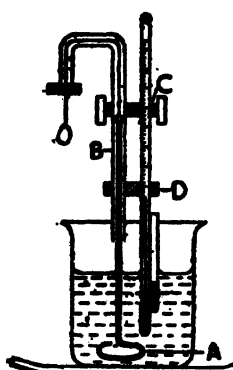
একটি লম্বা গলাবিশিষ্ট গোলতল ফ্লাস্ক (3নং চিত্র) লও। কর্কের সাহায্যে উহাতে একটি থার্মোমিটার লাগাও। কর্কের কিছুটা কাটিয়া ফেল যাহাতে থার্মোমিটারে উষ্ণতা দেখিতে অসুবিধা না হয়। দেখিও যেন থার্মোমিটারের

পারদের বালবটিই শুধু তরলে ডুবানো থাকে। এইবার কৈশিক নলটি থার্মোমিটারের গায়ে লাগাইয়া দাও। কৈশিক নলটি থার্মোমিটার যে তরলে ডুবানো থাকিবে তাহার সাহায্যেই পৃষ্ঠটানের বলে (surface tension) উহার গায়ে লাগিয়া থাকিবে।

চিত্র নং 3

গলনাংক নির্ণয় করিবার জন্য সাধারণতঃ গাঢ় H_2SO_4 অথবা গ্লিসারিন ফ্লাস্কে লওয়া হয়। ইহা ছাড়াও ঔষধে ব্যবহারযোগ্য প্যারাফিন বা তুলার বীজের তৈল ও রেড়ির তৈলের (castor oil) মিশ্রণ বা সিলিকোন তৈল ব্যবহার করা চলে।

ফ্লাস্কে তরল লইয়া ফ্লাস্কটিকে ক্ল্যাম্পের (clamp) সাহায্যে দাঁড় করাও ও বার্নারকে ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত কর। যখন কঠিন জৈবটি ঠিক গলিতে শুরু করিবে তখন উষ্ণতা দেখিয়া লও। এই উষ্ণতাই ঐ জৈবটির গলনাংক। উপরোক্ত প্রক্রিয়ার পুনরাবৃত্তি করিয়া যাও যতক্ষণ না পরপর দুইবার একই গলনাংক পাওয়া যায়। জৈবটি বিশুদ্ধ হইলে গলনাংক যাহা পাওয়া যাইবে তাহা 0·5°C উষ্ণতার বেশী হেরফের হইবে না।

চিত্র নং 4

কখনও কখনও কৈশিক নলযুক্ত থার্মোমিটার ফ্লাস্কে লাগাইবার পর বা লাগাইবার সময় তরলে পড়িয়া যায় ও তরলবর্ণযুক্ত হয়। তখন কয়েকটি KNO_3-এর কেলাস উহাতে ফেলিয়া উত্তপ্ত করিলে দেখিবে তরলটি আবার স্বচ্ছ হইয়া গিয়াছে ও ব্যবহারোপযোগী হইয়াছে।

উপরোক্ত উপায়ে না করিয়া নিম্নোক্ত উপায়েও গলনাংক নির্ণয় করা যায়। একটি 250 মি. লি. পাইরেক্স কাঁচের বিকার (4নং চিত্র) লইয়া উহার দুই-তৃতীয়াংশ তরল দিয়া পূর্ণ কর। বিকারের তরল নাড়িবার জন্য একটি আলোড়ক নিয়া উহাকে সুতা দিয়া বাঁধিয়া অপর একটি কাঁচনলের মধ্যে প্রবেশ করাও ও সুতার শেষ প্রান্তে

একটি গিঁঠ দিয়া দাও। এইবার কাঁচনলটি ও কৈশিক নল গায়ে লাগানো থার্মোমিটারটি কর্ক দিয়া রিটোর্ট স্ট্যাণ্ডের (Retort stand) সহিত আটকাইয়া দাও। বিকারটি রিটোর্ট স্ট্যাণ্ডের সহিত যুক্ত বলয়ে তারজালি লাগাইয়া তাহার উপর বসাও। যতক্ষণ উত্তপ্ত করিবে ঐ সময়ের মধ্যে মাঝে মাঝে আলোড়কের সাহায্যে তরলটি নাড়িয়া দাও।

মিশ্রিত গলনাংক (Mixed melting point) নির্ধারণ :

কোন জৈব যৌগকে সনাক্তকরণ করিবার জন্য কখনও কখনও মিশ্রিত গলনাংক নির্ণয় করা হয়।

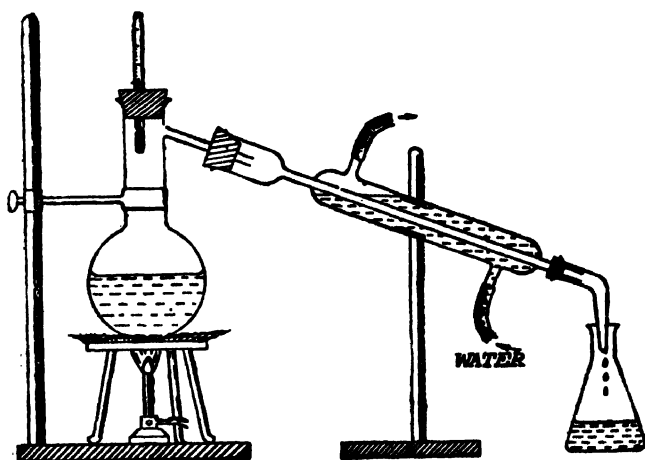
প্রথমে যৌগটির গলনাংক বাহির কর। তারপর উহার সামান্য একটু লইয়া তাহার সহিত উহা যে যৌগ হইবে বলিয়া অনুমিত হইতেছে তাহার একটু ভাল করিয়া মিশাও। মিশ্রণের একটু কৈশিক নলে ভরিয়া গলনাংক বাহির কর। যদি গলনাংক ও মিশ্রিত গলনাংক মিলিয়া যায় তবে পরীক্ষণীয় যৌগটি সনাক্তকরণ করা গেল।

বিশুদ্ধতা নির্ণায়ক : তরল যৌগ

কোন একটি তরল যৌগের বিশুদ্ধতা নির্ণায়ক হইল উহার স্ফুটনাংক (boiling point)। যদি একটি তরল বিশুদ্ধ অবস্থায় থাকে এবং বিয়োজিত না হইয়া পাতিত হয় তবে উহা একটি নির্দিষ্ট চাপে ও তাপে পাতিত হইবে। যতক্ষণ না সমস্ত তরল পাতিত হইবে ততক্ষণ কিন্তু তরলটির তাপমাত্রা একই থাকিবে। তরলের ক্ষেত্রে দেখা গিয়াছে যে সামান্য অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকিলে তরলের স্ফুটনাংক বাড়িয়া যায়। তরলে অনুদ্বায়ী অপদ্রব্য থাকিলে উহার একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাংক থাকিবে। অপরপক্ষে উদ্বায়ী অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকিলে তরলের স্ফুটনাংক আস্তে আস্তে বাড়িতে পারে। এমন অনেক তরলের মিশ্রণ আছে যাহা একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পাতিত হইবে। এইসব তরলের মিশ্রণকে নিত্য স্ফুটনাংকী মিশ্রণ (constant boiling mixture) বলে। 32·4% ইথাইল অ্যালকোহল (স্ফুটনাংক 78·3°C) ও 67·6% বেঞ্জিনের (স্ফুটনাংক 80·1°C) একটি যুগ্ম মিশ্রণ (binary mixture) 68·2°C উষ্ণতায় ফুটিতে থাকে। অনুরূপভাবে অপর একটি নিত্য স্ফুটনাংকী মিশ্রণ (azeotropic mixture) যেমন ইথাইল অ্যালকোহল 18·5%, জল 7·4% ও বেঞ্জিনের 74·1% মিশ্রণ 64·8°C উষ্ণতায় ফুটিতে থাকে।

এমন অনেক তরল আছে যাহারা স্ফুটনাংকে বিয়োজিত হইয়া যায়। যেমন ফিনাইল হাইড্রাজিনের স্ফুটনাংক 243·5°C কিন্তু এই উষ্ণতায় ইহা বিয়োজিত হয়।

স্ফুটনাংক নির্ণয়:

কোন তরলের স্ফুটনাংক নির্ণয় করিবার জন্য সাধারণ পাতন করা হয়। একটি পাতন ফ্লাস্ক লইয়া তাহার সহিত শীতক (Condenser) কর্কের সাহায্যে যুক্ত কর (5নং চিত্র)। শীতকের বহির্নলে শীতল জল প্রবাহিত করিবে। যে তরলের স্ফুটনাংক নির্ণয় করিবে তাহা পাতন ফ্লাস্কে ঢাল ও কিছু পোর্সেলিনের

চিত্র নং 5

কুচি উহাতে দাও যাহাতে ফুটিবার সময় তরলের কোন উত্তলন (bumping) না ঘটে। পাতন ফ্লাস্কে কর্কের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার লাগাও। থার্মোমিটারের পারদ বালবটি যেন ফ্লাস্কের মুখে লাগানো কর্কের ঠিক নীচে থাকে; কোন অবস্থাতেই যেন উহা তরলকে স্পর্শ না করে। শীতকের সংগে একটি অ্যাডাপটার (Adaptor) লাগাইয়া তৎসহ গ্রাহক যুক্ত কর। এইবার ফ্লাস্কটি তারজালির উপর রাখিয়া বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত কর। যে উষ্ণতায় তরল ফুটিতে থাকিবে সেই উষ্ণতা দেখিয়া লও। পাতিত তরল গ্রাহকে জমা হইবে।

অন্যান্য প্রণালী :

গলনাংক ও স্ফুটনাংক বাহির করিয়া পদার্থের বিশুদ্ধতা নির্ণয় করা ছাড়াও পদার্থের ঘনত্ব (density) বাহির করিয়াও বিশুদ্ধতা যাচাই করা যাইতে পারে। গ্নোব পদ্ধতিতে কার্বন ডাই-অক্সাইড বা শুষ্ক বায়ুর ঘনত্ব বা ভিক্টার মেয়ার পদ্ধতিতে অ্যাসিটোন ও ক্লোরোফর্মের ঘনত্ব বাহির করা যায়। আপেক্ষিক গুরুত্ব বোতল (Specific gravity bottle) বা পিকনোমিটারের সাহায্যেও তরলের ঘনত্ব বাহির করা যায়।

আবার প্রতিসরাংকের (Refractive Index) সাহায্যেও পদার্থের বিশুদ্ধতা জানা যাইতে পারে। প্রতিসরাংক নির্ণয় করিবার জন্য অ্যাবে রিফ্রাক্টোমিটারের (Abbe Refractometer) সাহায্য লওয়া যাইতে পারে।

কোন পদার্থ তাহা যে অবস্থাতেই থাকুক না কেন উহার রক্তপূর্ব বর্ণালী (Infra-red Spectrum) পরীক্ষা করিলেও উহার বিশুদ্ধতা নির্ণয় করা যায়।

অতিবেগুনী রশ্মি (Ultra-violet rays) বা মার্কারী ল্যাম্পের আলোতে কোন পদার্থ ধরিলে পদার্থের বিশেষ প্রতিপ্রভার (Fluorescence) দ্বারাও উহাকে চিনিতে পারা যায়।

বিভেদক তাপ-বিশ্লেষণ (Differential thermal analysis) করিয়াও পদার্থের বিশুদ্ধতা পরীক্ষা করা যায়।

বিশুদ্ধতা নির্ণয়ের জন্য ক্রোমেটোগ্রাফীর ব্যবহার অত্যন্ত উপযোগী। পেপার ক্রোমেটোগ্রাফী, স্তম্ভ ক্রোমেটোগ্রাফী, পাতলা-স্তর ক্রোমেটোগ্রাফী বা গ্যাস-তরল ক্রোমেটোগ্রাফীর সাহায্যে সহজেই বিশুদ্ধতা নির্ণয় করা চলে।

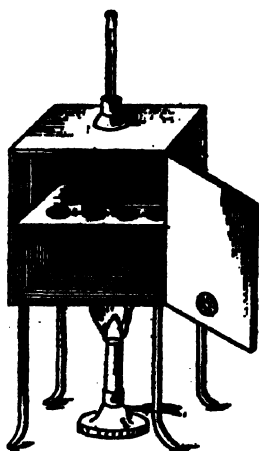
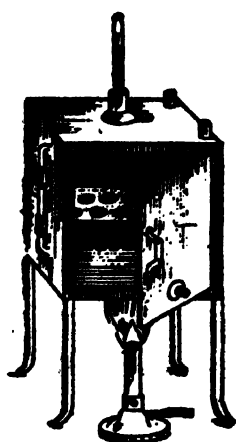
কঠিন যৌগের শোধন : কেলাসন

ইহা সকলেরই জানা আছে যে বিভিন্ন পদার্থের দ্রাব্যতা (Solubility) বিভিন্ন। আবার সব রকম পদার্থ সব রকম দ্রাবকে দ্রবণীয় নয়। কোন্ দ্রাব (Solute) কোন্ দ্রাবকে দ্রবীভূত হইবে তাহা নির্ভর করে দ্রাব ও দ্রাবকের ধর্মের উপর। এক্ষেত্রে দেখা গিয়াছে সমধর্মী সমধর্মীকে দ্রবীভূত করে (Like dissolves like)। তাই এমন কোন দ্রাবক যদি বাছাই করা হয় যাহাতে একটি দ্রবীভূত হয় অপরটি নয় তাহা হইলে অতি সহজেই একটিকে অপরটি হইতে পৃথক করা যাইতে পারে। আবার এমন কোন দ্রাবক যদি লওয়া হয় যাহাতে অপদ্রব্যসহ কঠিন যৌগটি দ্রবীভূত হয় তাহা হইলে কেলাসন

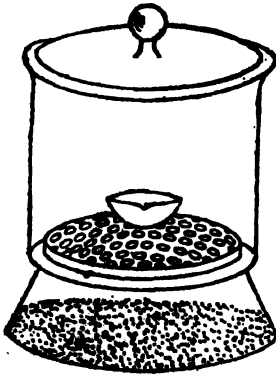
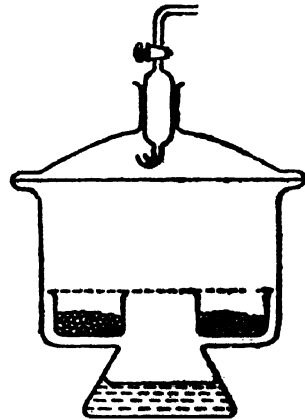
করিয়া কঠিনটিকে বিশুদ্ধ করা যায়। অপদ্রব্য কঠিন যৌগ অপেক্ষা দ্রাবকে বেশী অথবা কম দ্রবণীয় হইতে পারে। উভয় ক্ষেত্রেই অপদ্রব্য শেষ-দ্রবে (Mother liquor) দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিবে।

প্রথমে নির্দিষ্ট পরিমাণ অবিশুদ্ধ যৌগ লইয়া একটি উপযুক্ত দ্রাবকের ন্যূনতম পরিমাণে উহা উত্তাপ দিয়া তরলের স্ফুটনাংকের কাছাকাছি উষ্ণতায় দ্রবীভূত কর। উত্তপ্ত করিবার পর যদি কিছু অদ্রবীভূত অবস্থায় থাকে বা ধূলাবালি থাকে তবে তাহা ফিল্টার করিয়া লও। ইহার পর দ্রবণ ঠাণ্ডা করিতে দিলে কঠিনটি দ্রবণ হইতে কেলাসিত হইয়া যাইবে; অপদ্রব্য শেষ-দ্রবে দ্রবীভূত অবস্থায় পড়িয়া থাকিবে। মনে রাখিবে শেষ-দ্রব যেন বেশী পরিমাণে থাকে। কেলাসগুলিকে এইবার ফিল্টার করিয়া লও। শুকাইয়া তৎপর গলনাংক নির্ণয় কর। যদি গলনাংক ঐ কঠিনটির গলনাংকের সহিত মিলিয়া যায় তবে মনে করিবে কঠিনটি বিশুদ্ধ অবস্থায় পাইয়াছ, নতুবা পুনঃ কেলাসন (Re-crystallisation) কর। অপদ্রব্য বেশী পরিমাণে থাকিলে পুনঃ কেলাসন করিলেই পদার্থ বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া না যাইতেও পারে। সে ক্ষেত্রে কয়েকবার কেলাসন করার প্রয়োজন হইতে পারে। ইহাকে আংশিক কেলাসন (Fractional crystallisation) বলে।

চিত্র নং 6

চিত্র নং 7

কঠিন যৌগকে শোধন করিবার জন্য যে সব দ্রাবক সাধারণতঃ ব্যবহার করা হয় সেইগুলি হইল জল, অ্যাসিটোন, ইথার, ইথানল, মিথানল, অ্যাসেটিক

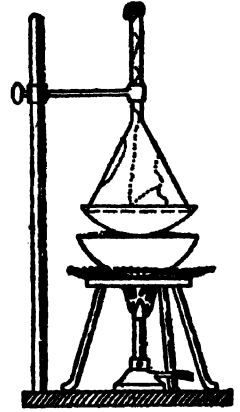
অ্যাসিড, বেঞ্জিন, পিরিডিন, পেট্রোলিয়াম, ক্লোরোফর্ম, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ইত্যাদি। তাহা ছাড়া মিথাইল ইথাইল কিটোন, ডাইঅক্সান, ইথিলীন ক্লোরাইড, ক্লোরোবেঞ্জিন, টলুইন, সেলুসল্ভ (Cellosolve), ডাই-নর্মাল বিউটাইল ইথার (di-n-butyl ether), প্রতিসম টেট্রাক্লোরোইথেন (S-tetrachloroethane), ইথাইল বেনজোয়েট, নাইট্রোবেঞ্জিনও ব্যবহার করা হয়। আবার কখনও কখনও দুইটি দ্রাবকের মিশ্রণও ব্যবহার করা হয়। যেমন, অ্যাসপিরিন বিশুদ্ধ করিবার জন্য জল ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের (1 : 1 v/v) মিশ্রণ লওয়া হয়। আবার সালফানিলিক অ্যাসিড শোধন করিবার জন্য শুধুমাত্র জল ব্যবহার করিলেই চলে।

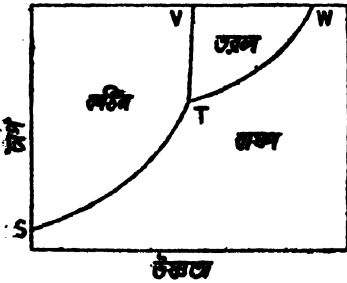
কেলাসিত কঠিনটির গলনাংক নির্ণয় করিবার পূর্বে উহাকে শুষ্ক করিবার জন্য কোন বায়ুচুল্লী (6 নং চিত্র) অথবা বাষ্পচুল্লী (7 নং চিত্র) বা ইলেকট্রিক চুল্লী ব্যবহার করা হয়। কোন শোষকাধার (8 নং চিত্র) বা শূন্য

চিত্র নং 8 চিত্র নং 9

শোষকাধারেও (9 নং চিত্র) পদার্থটিকে শুষ্ক করিবার জন্য রাখা চলে। আবার কখনও কঠিনটিকে দুইটি ফিল্টার পেপারের মধ্যে চাপ দিয়াও শুষ্ক করিতে হয়।

ঊর্ধ্বপাতন (Sublimation) :

কতকগুলি কঠিন জৈব যৌগ যেমন কর্পূর (Camphor), ন্যাপথেলিন (Naphthalene), অ্যানথ্রাসিন (Anthracene) আছে যাহারা উত্তাপ

পাইলে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয় ও উহাদের বাষ্প ঠাণ্ডা করিলে আবার কঠিনে রূপান্তরিত হয়। ইহাকে ঊর্ধ্বপাতন বলে।

একটু নমুনা ছোট একটি পোর্সেলিন খর্পরে (basin) লইয়া উত্তপ্ত কর (চিত্র 10 নং)। খর্পরটি একটি ফানেল দিয়া ঢাকিয়া দাও। ফানেলের ডাঁটাটি তুলা-উল (Cotton-wool) দিয়া বন্ধ করিয়া দাও। উৎক্ষেপ (Sublimate) ফানেলের ভিতর গাত্র ধরিয়া জমা হইতে থাকিবে। উহা জমা হইলে বাহির করিয়া লও।

চিত্র নং 10

এই সব পদার্থের ক্ষেত্রে প্রত্যেকের একটি ত্রৈধ বিন্দু (Triple point) আছে (11 নং চিত্র)। ধর কর্পূর। ইহার একটি অবস্থা আছে যখন উহা কঠিন, তরল ও বাষ্প এই তিন অবস্থার স্থিতিতে থাকে। এই স্থিতিকে (Equilibrium) ত্রৈধ বিন্দু বলে। এই বিন্দুতে কর্পূরের বাষ্পচাপ 370 মি.মি. ও উষ্ণতা 179°C। উক্ত উষ্ণতা হইতে সামান্য একটু কম উষ্ণতায় যদি কর্পূরকে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয় তাহা হইলে কর্পূর কঠিন হইতে সরাসরি সততভাবে (continuously) বাষ্পে পরিণত হইতে থাকিবে। যে সব পদার্থ উৎক্ষিপ্ত হয় সে সব পদার্থের ক্ষেত্রে এই নিয়মটি প্রযুক্ত হয়।

চিত্র নং 11

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে কর্পূরকে যদি একটি আবদ্ধ পাত্রে রাখিয়া দ্রুত উত্তপ্ত করা হয় তবে কিন্তু উহা প্রথমে গলিতে শুরু করিবে এবং আরও উত্তাপ বাড়াইলে বাষ্পচাপ বাড়িয়া যখন 760 মি. মি. হইবে তখন উহা ফুটিতে থাকিবে। এই ধরনের ব্যাপার অন্যান্য ক্ষেত্রেও ঘাটে।

সাধারণ চাপে যে সব কঠিনের ঊর্ধ্বপাতন হয় তাহাদের কয়েকটির নাম দেওয়া হইল। যেমন কর্পূর, ন্যাপথেলিন (ত্রৈধ বিন্দু চাপ 7 মি. মি. ও উষ্ণতা 80°C), অ্যানথ্রাসিন, বেনজোয়িক অ্যাসিড (ত্রৈধ বিন্দু চাপ 6 মি. মি.

ও উষ্ণতা 122°C), স্যালিসাইলিক অ্যাসিড (Salicylic acid), অ্যাসিটাইল স্যালিসাইলিক অ্যাসিড, β-ন্যাপথল (β-Napthal), স্যাকারিন (Saccharin), অ্যাসিটেনিলাইড (Acetanilide), ইউরিয়া (Urea), আয়োডোফর্ম (Iodoform), কৌমারিন (Coumarin), থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড (Phthalic anhydride), লরিক (Lauric) অ্যাসিড, মিরিস্টিক অ্যাসিড (Myristic Acid), পামিটিক (Palmitic) অ্যাসিড, স্টিয়ারিক (Stearic) অ্যাসিড, কুইনোনগুলি (Quinones), কুইনাইন, হেক্সাক্লোরোইথেন (Hexachloroethane)।

আবার চাপ কমাইয়াও ঊর্ধ্বপাতন করা যায়। 1-হাইড্রক্সিঅ্যানথ্রাকুইনোন (1-Hydroxyanthraquinone) ও 2-হাইড্রক্সিঅ্যানথ্রাকুইনোনের (2-Hydroxyanthraquinone) মধ্যে প্রথমটি 130°C উষ্ণতায় ও 0·009 মি. মি. চাপে ও দ্বিতীয়টি 180°C উষ্ণতায় ঊর্ধ্বপাতিত হয়।

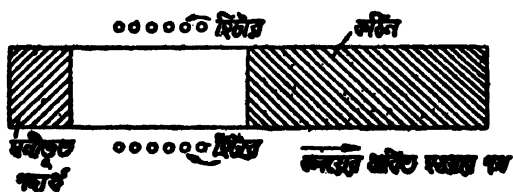
বলয় গলন (Zone Melting) :

ইহার আবিষ্কর্তা W. G. Pfann 1952 সালে এই পদ্ধতি সম্পর্কে আলোকপাত করেন। কোন কোন কঠিনের অত্যন্ত উচ্চমানের শোধিত নমুনা তৈয়ারী করিবার জন্য ইহা একটি অত্যন্ত প্রয়োজনীয় হাতিয়ার। ট্র্যানজিস্টার বা ইলেকট্রনিক সরঞ্জামের জন্য প্রয়োজনীয় উচ্চমানের জার্মেনিয়াম অথবা সিলিকন কি করিয়া তৈয়ারী করা যাইতে পারে সে সম্পর্কে অনুসন্ধান করিতে যাইয়া অত্যন্ত আকস্মিকভাবে ইহার আবিষ্কার ঘটে। এই পদ্ধতিতে আজ পর্যন্ত অনেক উচ্চমানের পদার্থ তৈয়ারী করা গিয়াছে যাহা পুনঃ কেলাসন (Re-crystallisation) পদ্ধতিতে সম্ভব হইত না। জনৈক বিজ্ঞানী ইহার গুরুত্ব সম্পর্কে বলিতে যাইয়া বলিয়াছেন যে বর্তমান কালের রসায়নবিদ্‌রা যেমন "একটি যৌগকে কেলাসিত করিয়া উহার একটি নির্দিষ্ট গলনাংক পাওয়া গিয়াছে"—একথা বলেন, ভাবীকালের রসায়নবিদ্‌রা "একটি যৌগকে বলয় গলনে শোধিত করিয়া উহার একটি নির্দিষ্ট গলনাংক পাওয়া গিয়াছে"—একথা বলিবেন। এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত শোধিত পদার্থের মধ্যে অপদ্রব্যের পরিমাণ কমাইয়া এক মিলিয়নের এক ভাগে নামাইয়া আনা যায়। ফলে কেলাসিত পদার্থের গলনাংক হইতে বলয় গলন পদ্ধতিতে প্রাপ্ত পদার্থের গলনাংক অনেক বেশী নির্দিষ্ট হয়। অ্যানথ্রাসিনের (Anthracene) পুনঃ কেলাসন দ্বারা প্রাপ্ত

গলনাংক 216°C—218°C কিন্তু বলয় গলনে প্রাপ্ত গলনাংক 219·1°C। অ্যাসিটোনিলাইডের পুনঃকেলাসন দ্বারা প্রাপ্ত গলনাংক 113°C – 114°C কিন্তু বলয় গলনে প্রাপ্ত গলনাংক 114·8°C। অ্যানথ্রাকুইনোনের (Anthraquinone) পুনঃকেলাসন দ্বারা প্রাপ্ত গলনাংক 286°C – 288°C কিন্তু বলয় গলনে প্রাপ্ত গলনাংক 288·9°C।

অত্যন্ত বিশুদ্ধ পদার্থকে রাসায়নিক প্রমাণ (Chemical standard) হিসাবে ধরিয়া বিভিন্ন যন্ত্রপাতির শক্তির পরিমাপ (Calibration) করা হয়। বিশুদ্ধ বেনজোয়িক অ্যাসিডকে (বলয় গলনে প্রাপ্ত, গলনাংক 121°C—121·5°C) প্রমাণ ধরিয়া দহন ক্যালোরিমিটারের (Combustion calorimeter) শক্তির পরিমাপ করা হয়। একটি কেলাসের (Crystal) মধ্যে ঈপ্সিত অপদ্রব্য সমানভাবে ছড়াইয়া দেওয়া বলয় গলনেই সম্ভব। ফলে এই পদ্ধতির গুরুত্ব অনেক বাড়িয়া গিয়াছে।

এই পদ্ধতিতে অপদ্রব্য তরল ও কঠিন এই দুই দশার (phase) মধ্যে বণ্টিত হয়। প্রথমে একটি লম্বা নলের মধ্যে একটি যুগ্ম মিশ্রণ ভরা হয় (12নং

চিত্র নং 12

চিত্র)। ধর, অপদ্রব্য কঠিনের প্রধান উপাদানের মধ্যে যতটা দ্রবণীয় তাহার চেয়ে তরলের প্রধান উপাদানের মধ্যে বেশী দ্রবণীয়। যেহেতু দ্রবণীয়তার এই পার্থক্য বিদ্যমান সেহেতু গলিত বলয় যখন বাম হইতে দক্ষিণে ধাবিত হইতে থাকিবে তখন হিটারের (Heater) পশ্চাতে যে পদার্থ কঠিন হইয়া জমা হইল তাহাতে কম অপদ্রব্য থাকিবে। বেশীর ভাগ অপদ্রব্য গলিত বলয়ের তরলে জমা হইয়া নলের দক্ষিণ প্রান্তে আসিয়া পড়িবে। এই পদ্ধতির পুনরাবৃত্তি করিয়া পদার্থকে আরও শোধন করা যায়।

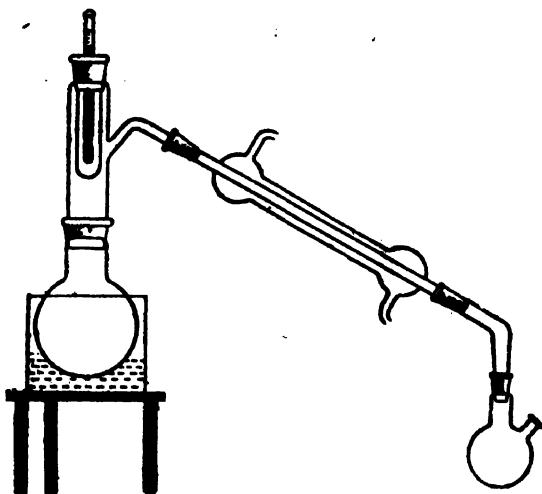
তরল পদার্থের শোধন : সাধারণ পাতন

কোন তরলের স্ফুটনাংক বলিতে বুঝায় একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতা, যে উষ্ণতায়

তরলের বাষ্পের চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান। পাতন বলিতে আমরা বুঝি যে কোন তরলকে ফুটাইলে উহার স্ফুটনাংকে উহা বাষ্পে পরিণত হইবে। কোন তরলে কোন অনুদ্বায়ী অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকিলে খুব সহজেই সেই তরলকে সাধারণ পাতন দ্বারা শোধন করা যায়। অপদ্রব্য ফ্লাস্কে পড়িয়া থাকিবে। তরলটি ও অপদ্রব্যের স্ফুটনাংকের বিরাট পার্থক্য বিদ্যমান থাকিলেও সাধারণ পাতনে উহাদের পৃথক করা চলে। যাহার স্ফুটনাংক কম তাহা আগে বাষ্পায়িত হইবে ও গ্রাহকপাত্রে জমা হইবে। যতক্ষণ না সেই তরল সম্পূর্ণভাবে বাষ্পায়িত হইয়া বাহির হইয়া যাইবে ততক্ষণ তরলের উষ্ণতা বাড়িবে না। তৎপর উষ্ণতা বাড়িতে থাকিবে যতক্ষণ না দ্বিতীয় তরলের স্ফুটনাংকে পৌঁছাইবে। ধরিয়া লও নাইট্রোবেনজিনের সংগে কিছু বেঞ্জিন মিশ্রিত আছে। নাইট্রোবেনজিনের স্ফুটনাংক 210·85°C ও বেঞ্জিনের স্ফুটনাংক 80·1°C। সাধারণ পাতনে বেঞ্জিন প্রথমে পাতিত হইবে ও তৎপর নাইট্রোবেনজিন পাতিত হইবে। পাতন করিবার জন্য একটিপাতন ফ্লাস্ক (Distilling flask) লও। তৎপর উহাতে মিশ্রণটি ঢাল (5নং চিত্র, পৃষ্ঠা 5)। সামান্য কিছু পোর্সেলিনের কুচি উহাতে দাও। ফলে আর তরলের উত্তলন হইবে না; অতি উত্তাপও (Superheating) হইতে পারিবে না। ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের সাথে একটি লাইবিগ শীতক (Liebig condenser) কর্কের সাহায্যে সংযুক্ত কর। একটি থার্মোমিটার মুখে লাগাইয়া দাও। লাইবিগ শীতকের সহিত একটি অ্যাডাপটার লাগাইয়া উহার সহিত একটি গ্রাহক যুক্ত কর। ফ্লাস্কটি একটি তারজালির উপর রাখিয়া অথবা জলগাহে (waterbath) বা তৈলগাহে (oilbath) রাখিয়া উত্তপ্ত কর। শীতকের বহির্নলে জলের কল হইতে ঠাণ্ডা জল চালনা কর। বেঞ্জিনের স্ফুটনাংক পৌঁছিবার সংগে সংগে বেঞ্জিনের বাষ্প তৈয়ারী হইবে ও ঐ বাষ্প লাইবিগ শীতকের মধ্যদিয়া আসিবার সময় কিছু অংশ ঠাণ্ডা হইয়া পাতন ফ্লাস্কে আবার ফিরিয়া আসিবে। বাকী অংশ ঠাণ্ডা হইয়া গ্রাহকে জমা হইবে। কিছুক্ষণ এইভাবে জমা হইবার পর দেখা যাইবে গ্রাহকে আর তরল জমা হইতেছে না। ইহা হইতে বুঝা যায় যে সমস্ত বেঞ্জিনটুকু পৃথক হইয়া গিয়াছে। এইবার উষ্ণতা বাড়িতে থাকিবে ও 210·85°C উষ্ণতায় পৌঁছিবে। তখন গ্রাহক পরিবর্তন কর। এইবার নাইট্রোবেনজিন গ্রাহকে জমা হইতে থাকিবে।

পাতনের জন্য বিভিন্ন যন্ত্রাংশ কর্কের সাহায্যে না লাগাইয়া যন্ত্রাংশগুলির যে

অংশগুলি সংযুক্ত হয় সেইগুলি ঘষা কাঁচের (ground glass) হইলে সেইগুলি

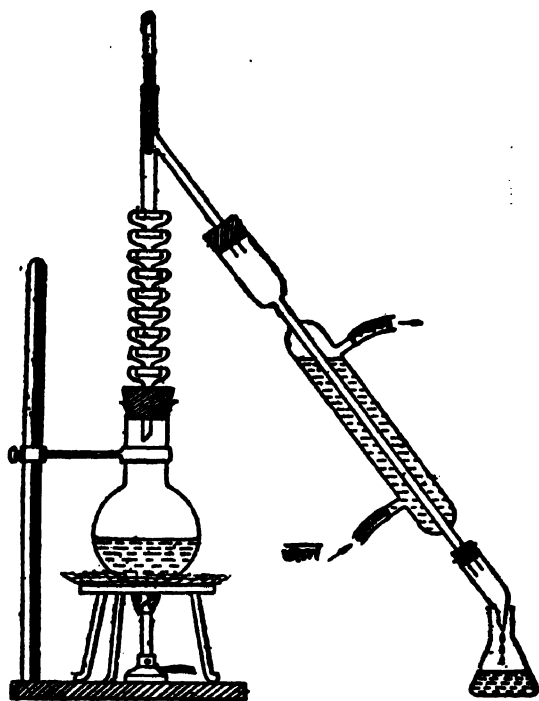
চিত্র নং 13

লাগানো সহজ হয়। যন্ত্রাংশগুলি লাগাইলে যন্ত্রটি যেমন দেখায় তাহা উপরের চিত্রে (13নং চিত্র) দেখান হইল।

আংশিক পাতন (Fractional distillation)

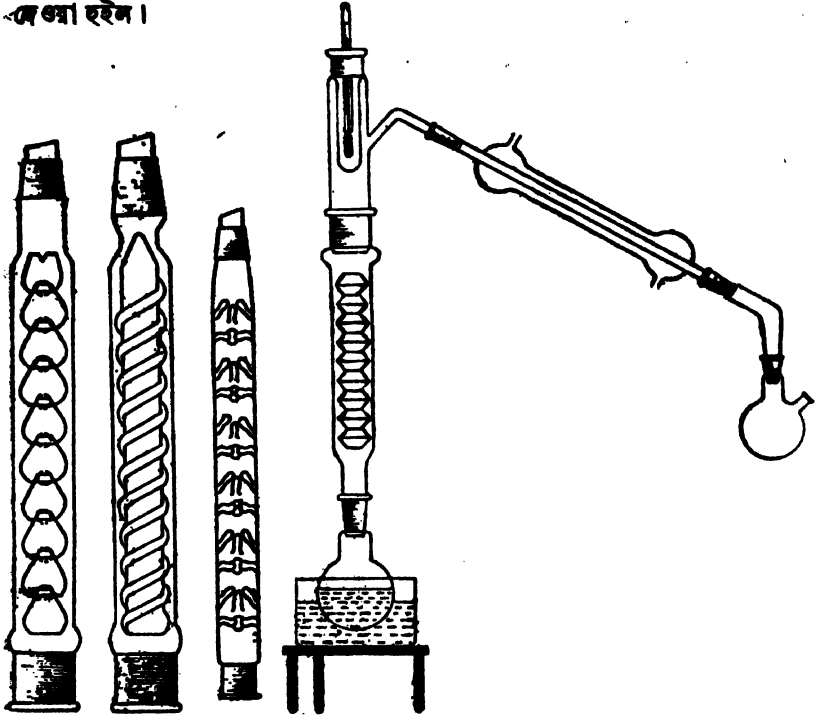
যদি দুইটি তরলের স্ফুটনাংক খুব কাছাকাছি থাকে তাহা হইলে ঐ তরল দুইটি আলাদা করিবার জন্য আংশিক পাতন করা হয়। লঘু ইথানল হইতে জল অপসারণের জন্য (ইথানলের স্ফুটনাংক 78·3°C) অথবা অ্যাসিটোন (স্ফুটনাংক 56·2°C) হইতে মিথানল (স্ফুটনাংক 64·5°C) পৃথক করিবার জন্য আংশিক পাতন করিতে হয়। এই সব ক্ষেত্রে সাধারণ পাতন করিয়া মিশ্রণগুলিকে পৃথক করা চলে না।

প্রথমে একটি গোলতল ফ্লাস্ক (14নং চিত্র) লইয়া তাহার মুখে কর্ক লাগাইয়া একটি আংশিক পাতন স্তম্ভ (Fractionating column) সংযুক্ত কর। স্তম্ভের মুখে একটি থার্মোমিটার লাগাও। তৎপর আংশিক পাতন স্তম্ভের পার্শ্বনলের সহিত প্রথমে একটি শীতক সংযুক্ত কর যাহার বহির্নলে জল প্রবাহিত করিতে হইবে। তৎপর শীতকের সহিত একটি গ্রাহক লাগাও। এইবার তরলের মিশ্রণটিকে ফ্লাস্কে লইয়া উহাতে সামান্য কিছু

পোর্সেলিনের কুচি দাও ও তারপর ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর ল্যাম্পের সাহায্যে রাখিয়া উত্তপ্ত কর। উষ্ণতা বাড়িতে থাকিবে এবং যখন তরলগুলির স্ফুটনাংকে উষ্ণতা পৌছিবে তখন তরলগুলি বাষ্পে পরিণত হইয়া বাহির হইতে থাকিবে। বাষ্প ফ্লাস্কের গায়ের ও আংশিক পাতন স্তম্ভের গায়ের সংস্পর্শে আসিবে ও ঠাণ্ডা হইবে। ফলে যে তরলের স্ফুটনাংক বেশী তাহার

চিত্র নং 14

বাষ্প ঠাণ্ডা হইয়া তরলে পরিণত হইয়া আবার ফ্লাস্কে জমা হইবে। এই তরল ফ্লাস্কে পড়িবার সময় ফ্লাস্ক হইতে আগত বাষ্প ইহার সংস্পর্শে আসে। ফলে আরও কিছুটা বেশী স্ফুটনাংকের তরলের বাষ্প তরলে পরিণত হয়। গ্রাহকে যে তরল জমা হয় তাহাতে বেশী থাকে কম স্ফুটনাংকের তরল ও কম থাকে বেশী স্ফুটনাংকের তরল। এইভাবে কয়েকবার পাতন করিলেই তরলকে বিভক্ত করা যাইবে।

আংশিক পাতন স্তম্ভ বড় ও ছোট হইতে পারে। আবার বিভিন্ন রকমেরও হইতে পারে। তাই বিভিন্ন তরল মিশ্রণের ক্ষেত্রে এই স্তম্ভ ব্যবহারের হেরফের

করা হয়। নিম্নে আংশিক পাতন স্তম্ভের কয়েকটি নমুনার চিত্র (15নং চিত্র) দেওয়া হইল।

চিত্র নং 15

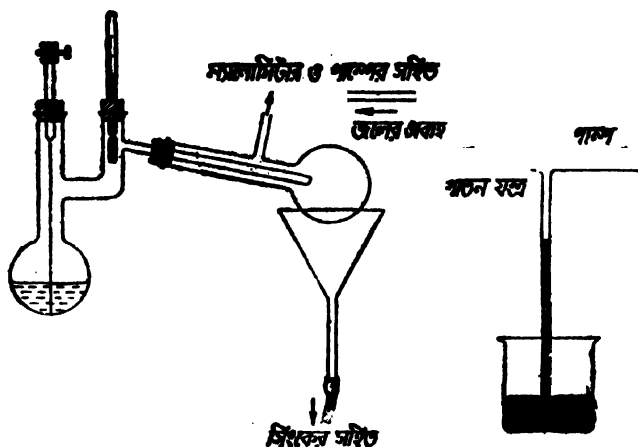
চিত্র নং 16

যন্ত্রাংশগুলির যদা কাঁচের হইলে উহাদের লাগাইলে যন্ত্রটি যেমন দেখায় তাহা (16নং চিত্র) দেখানো হইল।

নিম্নচাপে পাতন (Distillation under reduced pressure) :

এমন অনেক তরল আছে সাধারণ পাতন করিয়া যাহাদের শোধন করা যায় না কারণ উষ্ণতা স্ফুটনাংকে পৌঁছিলেই উহা বিয়োজিত হইয়া যায়। তাই ঐ সব তরলের শোধনের জন্য নিম্নচাপে পাতন করিতে হয়। চাপ কমাইবার ফলে স্ফুটনাংকও নীচে নামিয়া যায়; তাই তখন আর বিয়োজিত হয় না। সাধারণ চাপে 243·5°C উষ্ণতায় ফিনাইল হাইড্রাজিন ফুটিবার সময় আংশিক বিয়োজিত হয়। কিন্তু চাপ কমাইয়া 22 মি. মি.

চাপে নামাইলে ফিনাইল হাইড্রাজিন কম উষ্ণতায় ফুটিতে থাকে কিন্তু বিয়োজিত হয় না।

নিম্নচাপে পাতনের জন্য একটি ক্লেইসেন ফ্লাস্ক (Claisen flask) লও। ইহার দুইটি মুখ। একটি মুখে একটি শক্ত কৈশিক নল রবার কর্ক দিয়া লাগাইয়া দাও। নলের সূঁচালো অংশ ফ্লাস্কের (17নং চিত্র) তরলে ডুবানো

চিত্র নং 17

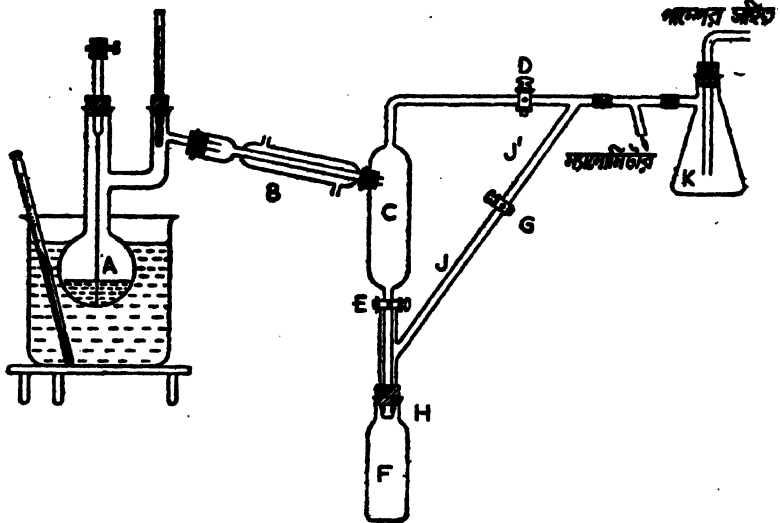
থাকে। নলের উপরের অংশের সাথে একটি টিউব ক্লিপ আঁটিয়া দাও ও উহার দ্বারা নলের ভিতর দিয়া যে বায়ু প্রবাহিত হয় তাহা নিয়ন্ত্রিত করা সম্ভব হয়। অপর মুখে রবার কর্কের সাহায্যে থার্মোমিটার লাগাও। এই মুখটির আবার একটি পার্শ্বনল আছে যাহার সহিত একটি সাধারণ পাতন ফ্লাস্ক সংযুক্ত কর; এই ফ্লাস্কটি গ্রাহক হিসাবে কাজ করিবে। পাতন ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের সহিত একটি চাপ মাপিবার যন্ত্র ম্যানোমিটার (Manometer) ও একটি নিষ্কাশক পাম্প (Suction pump) সংযুক্ত কর। পাতন ফ্লাস্কটিকে (গ্রাহক) একটি ফানেলের উপর রাখ; ফানেলটিকে রবার টিউব দিয়া যুক্ত করিয়া উহার শেষ প্রান্ত সিংকে (sink) রাখ। ট্যাপ হইতে জল নিয়ত গ্রাহকের উপর ঢাল।

ফ্লাস্কে তরল মিশ্রণ ঢালিবার পর তাহাতে কিছু পোর্সেলিন কুচি ফেল যাহাতে অতিতাপন বা তরল উত্তলন না হয়। অতিতাপন বা তরল উত্তলনের সম্ভাবনা অবপ্রেষ পাতনে বেশী থাকে বলিয়া ইহাতে বেশী সতর্কতা আবশ্যক।

ফ্লাস্কে তরল কোন অবস্থাতেই যেন অর্ধেকের বেশী না থাকে। ফ্লাস্কটিকে সমভাবে উত্তপ্ত করার জন্য প্যারাফিনের তৈলগাহে রাখিয়া উত্তপ্ত করা হয়।

অনুপ্রেষ আংশিক পাতন (Fractional distillation under reduced pressure) :

পাতিত অংশ একটির অতিরিক্ত হইলে সেই অংশগুলি সংগ্রহ করা সাধারণ অনুপ্রেষ পাতনে অসুবিধাজনক। কিন্তু অনুপ্রেষ আংশিক পাতনে এমন ব্যবস্থা আছে যে পরপর অংশগুলি গ্রাহকে সংগ্রহণ করা চলে।

একটি ক্লেইসেন ফ্লাস্ক (Claisen flask) A লইয়া (18নং চিত্র) উহার একটি মুখে একটি শক্ত কৈশিক নল (Capillary tube) রবার কর্ক দিয়া

চিত্র নং 18

লাগাইয়া দেওয়া হয়। নলের সুঁচালো অংশ ফ্লাস্কের তরলে ডুবানো থাকে। নলের উপরের অংশের সাথে একটি টিউব ক্লিপ আঁটিয়া দেওয়া হয় ও উহার দ্বারা নলের ভিতর দিয়া যে বায়ু প্রবাহিত হয় তাহা নিয়ন্ত্রিত করা সম্ভব হয়। অপর মুখে একটি রবার কর্কের সাহায্যে থার্মোমিটার লাগানো হয়। এই মুখটির পার্শ্বনলে একটি লাইবিগ শীতক B লাগানো হয়। শীতকের বহির্নলের ভিতর দিয়া ট্যাপ হইতে জল প্রবাহিত করা হয়। B-এর সহিত একটি ত্রিভুজ সংযুক্ত করা হয় যাহার প্রধান গ্রাহক C সরাসরি শীতকের সহিত যুক্ত। ত্রিভুজের উপরের দিকে ট্যাপ D আছে যাহার সহিত ম্যানোমিটার

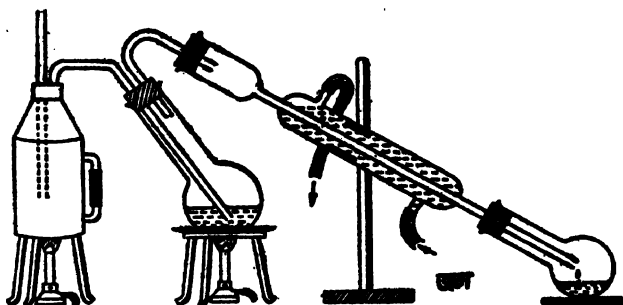
(Manometer) ও জল-পাম্প (Water pump) যুক্ত হয়। ত্রিভুজের নীচের দিকে অপর একটি ট্যাপের (E) সহিত একটি সম্পূরক গ্রাহক (F) আছে। যে নলটি C ও F-কে সংযুক্ত করে উহার আবার দুইটি নল আছে। অন্তর্নল C-কে E-এর মাধ্যমে F-এর সহিত যুক্ত করে। বহির্নলে কতকগুলি ছিদ্র H আছে যাহার সাহায্যে গ্রাহক (F), JJ′ নলের সহিত যুক্ত থাকে। উহাতে আবার একটি তিনপথের ট্যাপ (Three-way tap) G রহিয়াছে। ত্রিভুজটির সহিত লাগানো ম্যানোমিটারটি একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কের (K) মধ্য দিয়া পাম্পের সহিত যুক্ত থাকে।

ক্লেইসেন ফ্লাস্কটি একটি বিকারে স্বচ্ছ ও ঔষধে ব্যবহৃত প্যারাফিন নিয়া তাহাতে বসাইয়া উত্তপ্ত কর। বিকারে রাখা তরলের উষ্ণতা মাপিবার জন্য উহাতে একটি থার্মোমিটার রাখ। এইবার ফ্লাস্কের ট্যাপ D ও E খুলিয়া রাখ ও G-কে ঘুরাইয়া দাও। ফলে J ও J′-এর মধ্যে সরাসরি যোগাযোগ হয়। প্রথম পাতিত অংশ C হইতে E-এর মাধ্যমে F-এ জমা হয়। দ্বিতীয় অংশ পাতিত হওয়া শুরু করিলে E বন্ধ করিয়া দাও ও পাতিত অংশ C-তে জমা হয়। ইতিমধ্যে G-কে এমনভাবে ঘুরাও যাহাতে J দিয়া F-তে বায়ু ঢুকিতে পারে। এখন F সরাইয়া সেখানে অপর একটি গ্রাহক F′ বসানো যাইতে পারে।

স্টীম পাতন (Steam distillation) :

এমন অনেক তরল ও কঠিন পদার্থ রহিয়াছে যাহাদের স্টীম পাতন করিয়া খুব সহজেই শোধন করা যায়। এইসব ক্ষেত্রে অবশ্যই সেই যৌগকে স্টীম-উদ্বায়ী এবং অপদ্রব্যকে স্টীম-অনুদ্বায়ী হইতে হইবে। আবার স্টীম-উদ্বায়ী তরলটি হয় সম্পূর্ণভাবে জলের সহিত অমিশ্রণীয় বা খুব সামান্য পরিমাণে মিশ্রণীয় হইতে হইবে।

একটি গোলতল ফ্লাস্ক (19নং চিত্র) লইয়া তাহাতে কর্ক লাগাইয়া একটি লম্বা কাঁচের নলের সাহায্যে একটি স্টীম উৎপাদক পাত্র সংযুক্ত করা হয়। কাঁচের নলের যে অংশ ফ্লাস্কে থাকিবে তাহা তরলে ডুবানো থাকিবে। অপর অংশ স্টীম উৎপাদক পাত্রে লাগানো কর্কের ঠিক নীচ পর্যন্ত থাকিবে। এই পাত্রে অপর একটি কাঁচের নল লাগাইয়া দাও যাহার মুখ জলে ডুবানো থাকিবে। অপর একটি ছোট কাঁচের নলের সাহায্যে ফ্লাস্কটি একটি শীতকের সহিত জুড়িয়া দাও। তৎপর শীতকটিকে একটি গ্রাহকের সহিত সংযুক্ত কর।

শীতকের বহির্নলে কল হইতে জল চালনা কর। এইবার ষ্টীম উৎপাদক পাত্রটি উত্তপ্ত করিলে ষ্টীম তৈয়ারী হইবে ও উহা গোলতল ফ্লাস্কে আসিয়া উহার মধ্যে

চিত্র নং 19

রাখা মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করিবে। ফলে ষ্টীম-উদ্বায়ী পদার্থ ষ্টীমের সহিত মিশিয়া ফ্লাস্ক হইতে বাহির 'হইবে এবং শীতকে আসিয়া ঠাণ্ডা হইয়া গ্রাহকে জমা হইবে। যদি যৌগটি জলে দ্রবণীয় হয় তবে ইথারের সাহায্যে পৃথক কর। যৌগটি কঠিন ও জলে অদ্রবণীয় হইলে উহা কেলাসিত হইয়া যাইবে। যদি যৌগটি তরল ও জলে অদ্রবণীয় হয় তবে পৃথক স্তর গঠন করিবে এবং উহা বিয়োজী ফানেল দ্বারা পৃথক করা যাইবে।

অর্থো-যৌগ তৈয়ারী করিবার সময় তৎসহ প্রায়শঃ কিছুটা প্যারা-যৌগ তৈয়ারী হয় বা ইহার বিপরীতটিও হয়। ষ্টীম পাতন দ্বারা অর্থো-যৌগকে প্যারা-যৌগ হইতে পৃথক করা যায়, কারণ সাধারণতঃ অর্থো-যৌগ ষ্টীম-উদ্বায়ী (উদাহরণ: স্যালিসাইলেলডিহাইড)। নাইট্রোবেনজিন বা অ্যানিলিনকেও ষ্টীম পাতনের সাহায্যে শোধন করা যায়।

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, যে পদার্থটি ষ্টীম-উদ্বায়ী উহার বাষ্পের চাপ ও ষ্টীমের চাপ মিলিয়া বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান বলিয়া ঐ পদার্থটিকে ষ্টীম পাতন দ্বারা পৃথক করা সম্ভব হইতেছে।

মনে কর p_A ও p_B স্ফুটনাংকে A ও B তরল দুইটির বাষ্প-চাপ। তাহা হইলে মোট চাপ $P = p_A + p_B$

আবার $\frac{n_A}{n_B} = \frac{p_A}{p_B}$,

n_A ও n_B তরল দুইটির বাষ্পদশায় নির্দিষ্ট আয়তনে মোলের (mol) সংখ্যা নির্দেশ করে।

আবার $\frac{n_A}{n_B}=\frac{\frac{w_A}{m_A}}{\frac{w_B}{m_B}}$

(m_A ও m_B যথাক্রমে A ও Bর ওজন এবং w_A ও w_B যথাক্রমে উহাদের আণবিক ভার বুঝায়)।

সুতরাং $\frac{w_A}{w_B}=\frac{m_A n_A}{m_B n_B}=\frac{m_A p_A}{m_B p_B}$

ব্রোমোবেনজিনের স্ফুটনাংক 155°C। কিন্তু যে উষ্ণতায় ব্রোমোবেনজিন ষ্টীম পাতিত হয় তাহা 95·3°C। w_A ও w_B যথাক্রমে জলের ও ব্রোমো-বেনজিনের ওজন হইলে

$$\frac{w_A}{w_B}=\frac{641\times 18}{119\times 157}=\frac{6\cdot 2}{10\cdot 0}$$

অর্থাৎ প্রতি 6·2 গ্রাম জলের সহিত 10·0 গ্রাম ব্রোমোবেনজিনের গ্রাহকে সঞ্চিত হয়।

স্থির স্ফুটনাংকী পাতন (Azeotropic Distillation) :

এই ধরনের পাতনে তরলের মিশ্রণের সহিত অপর একটি তরল বাছাই করিয়া মিশানো হয়। ঐ তরলটি তখন মিশ্রণটির এক বা একাধিক তরলের সহিত একটি স্থির স্ফুটনাংকী মিশ্রণ গঠন করে। স্থির স্ফুটনাংকী মিশ্রণের স্ফুটনাংক মূল তরলের মিশ্রণ হইতে পৃথক হইবে। একটি উদাহরণ দেই।

রেকটিফায়েড স্পিরিটে 93—95% (W/W) ইথানল থাকে। ইহা হইতে নির্জল অ্যালকোহল (99·5% W/W) তৈয়ারী করিতে হইলে স্থির স্ফুটনাংকী পাতন করা হয়। রেকটিফায়েড স্পিরিটে সামান্য পরিমাণ বেঞ্জিন যোগ করা হয়। তারপর আংশিক পাতন করা হয়। প্রথম অংশ (Fraction) যাহা 64·8°C উষ্ণতায় বাহির হয় তাহা একটি স্থির স্ফুটনাংকী ত্রিতরল মিশ্রণ (Ternary azeotrope); ইহাতে 7·4% জল, 18·5% ইথানল ও 74·1% বেঞ্জিন থাকে। সমস্ত জলটুকু অপসারিত হইয়া গেলে দ্বিতীয় অংশ নির্গত হইতে থাকে; ইহাতে 32·4% ইথানল, 67·6% বেঞ্জিন থাকে এবং ইহার স্ফুটনাংক 68·2°C। সমস্ত বেঞ্জিনটুকু অপসারিত হইলে 78·1°C উষ্ণতায় নির্জল অ্যালকোহল পাতিত হয়।

পৃথকীকরণ পাতন (Extractive Distillation) :

এই প্রকার পাতনে তরল মিশ্রণের সহিত এমন একটি দ্রাবক মিশ্রিত করা হয় যাহা কম উদ্বায়ী ও যাহা তরল মিশ্রণের বাষ্পীকরণ বৈশিষ্ট্যগুলির পরিবর্তন ঘটায়। ফলে তরলের উপাদানগুলি পৃথক করা সহজতর হয়। একটি উদাহরণ দিলেই ইহার সম্বন্ধে ধারণা জন্মিবে। বিউটিন-1 (Butene-1) হইতে বাণিজ্যিক পদ্ধতিতে বিউটাডাইন (Butadiene) তৈয়ারী করা হয়। ফলে বিউটাডাইনে বিউটিন-1 মিশ্রিত থাকে। বিউটিনের স্ফুটনাংক – 6·1°C, বিউটাডাইনের স্ফুটনাংক – 2·6°C। ইহার সহিত ফারফিউরাল মিশ্রিত করা হয়। ইহার স্ফুটনাংক 162°C। ফারফিউরালের উপস্থিতি বিউটাডাইনের শোধন সহজ করিয়া তুলিবে।

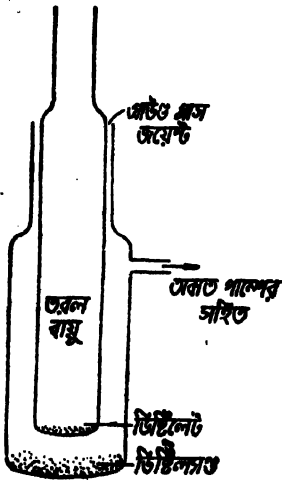
এখানে দ্রাবক মিশ্রণের উপাদানগুলির আপেক্ষিক উদ্বায়িতা বাড়াইয়া দেয়। ফলে উপাদানগুলির স্ফুটনাংকের পার্থক্যও বাড়িয়া যায় ও পৃথক করা সহজ হয়।

কতকগুলি প্যারাফিন ও টলুইনের মিশ্রণকে পৃথক করার জন্য 1945 সালে বেনেডিক্ট (Benedict) ও রুবিন (Rubbin) পৃথকীকরণ পাতন করেন। এখানে ফেনলকে দ্রাবক হিসাবে লওয়া হইয়াছিল। ফেনল না ব্যবহার করিলে এই উপাদানগুলির আপেক্ষিক উদ্বায়িতা একক হয় এবং সেই কারণে উহাদের আলাদা করা যায় না। কিন্তু ফেনলের ব্যবহারের ফলে আপেক্ষিক উদ্বায়িতা বাড়িয়া 3·7 হয় ও দুইটি অংশের (fraction) উষ্ণতার পার্থক্য হয় 80°C, ফলে পৃথক করা যায়।

আণবিক পাতন (Molecular Distillation) :

উচ্চ আণবিক ভারের ও উচ্চ স্ফুটনাংকের এমন অনেক পদার্থ রহিয়াছে যাহাদের অবিয়োজিত অবস্থায় ও কম উষ্ণতায় পাতিত করিবার জন্য এই প্রক্রিয়ার ব্যবহার হয়। ইহাতে অনেক ক্ষেত্রে 200°—300°C উষ্ণতা পর্যন্ত কমাইয়া পাতন করা যায়। সাধারণ পাতনে কোন পদার্থের যে অণুগুলি বাষ্পীভূত হয় তাহার একটি অংশ আবার ঠাণ্ডা হইয়া পাতন ফ্লাস্কে ফিরিয়া আসে। ফলে কোন পদার্থের পাতিত হইতে সময় বেশী লাগে।

সাধারণ পাতনে বাষ্প দশা (Vapour phase) ও তরল দশার (Liquid phase) মধ্যে একটি স্থিতি বজায় থাকে। কিন্তু আণবিক পাতনে সেই

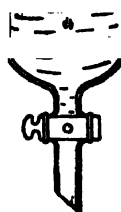
স্থিতিকে ভাঙ্গিয়া ফেলা হয়। যে পদার্থের আণবিক পাতন করা হইবে তাহার অণুর গড় মুক্ত পথ (Mean free path) বিবেচনা করিয়া ইহাতে এমন ব্যবস্থা করা হয় যাহাতে উপরে উল্লিখিত স্থিতির অবকাশ না থাকে। চাপ অতিশয় কমাইলে কোন পদার্থের অণুর গড় মুক্ত পথ বাড়িয়া যায়। যেমন সাধারণ চাপে বায়ুর গড় মুক্ত পথ $6{\cdot}7\times10^{-6}$ সে.মি. কিন্তু 25°C উষ্ণতায় ও 0·001 মি. মি. চাপে ইহার গড় মুক্ত পথ হয় 5·09 সে. মি.। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে বাষ্পীকরণ পৃষ্ঠ (Evaporating surface) ও শীতক পৃষ্ঠের (Condenser surface) মধ্যে দূরত্ব যদি কোন পদার্থের বাষ্পের গড় মুক্ত পথের কম হয় তবে সেই বাষ্প প্রায় সবটুকুই শীতক পৃষ্ঠে জমা হইবে।

চিত্র নং 20

এই পাতন প্রক্রিয়াচালাইবার জন্য একটি আণবিক পাতন যন্ত্র (20 নং চিত্র) এমনভাবে তৈয়ারী করা হয় যাহাতে বাষ্পীকরণ পৃষ্ঠ ও শীতক পৃষ্ঠের দূরত্ব মাত্র কয়েক সে. মি. বা কয়েক মি. মি. থাকে। ইহাদের আবার প্রায় বায়ুশূন্য প্রকোষ্ঠে আবদ্ধ করা হয়। শীতক পৃষ্ঠের উষ্ণতা কম রাখা হয়। তরল বায়ু অথবা অ্যাসিটোন ও বরফের শুষ্ক মিশ্রণ শীতক পৃষ্ঠ ঠাণ্ডা রাখার জন্য ব্যবহার হয়। যেহেতু উচ্চ আণবিক ভারের পদার্থের অণুগুলির গড় মুক্ত পথ বায়ু হইতেও কম তাই বাষ্পীকরণ পৃষ্ঠ ও শীতক পৃষ্ঠের মধ্যে দূরত্ব মাত্র কয়েক মি. মি.-এ সীমাবদ্ধ থাকে।

দ্রাবকদ্বারা নিষ্কাশন (Extraction with solvent) :

কোন যৌগকে অপদ্রব্যমুক্ত করা বা কোন দ্রবণ হইতে কোন পদার্থকে পৃথক করা বা কোন কঠিনের মিশ্রণ হইতে কোন কঠিনকে উদ্ধার করিতে দ্রাবক দ্বারা নিষ্কাশন করা যায়।

একটি বিয়োজী ফানেল (seperating funnel) লইয়া তাহার (21 নং চিত্র) নিম্নের রোধনী বন্ধ করিয়া যৌগ নিষ্কাশন করার জন্য উহাতে ঢালা হয়। ইথার, বেনজিন অথবা ক্লোরোফর্ম উহার সহিত মিশানো হয়।

উপরের ছিপিটি (stopper) বন্ধ করিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাইতে হয়। ঝাঁকানো শেষ হইলে তারপর কিছুক্ষণ রাখিয়া দেওয়া হয়। দুইটি স্তরে তরল বিভক্ত হইয়া যাইবে। তারপর নীচের জলীয় স্তর (দ্রাবক ইথার বা বেনজিন হইলে) রোধনী খুলিয়া ঢালিয়া লওয়া হয়। জৈব স্তর বিয়োজী ফানেলে পড়িয়া থাকে। জৈব স্তরটি ঢালিয়া নিয়া আবার জলীয় স্তর পুনরায় জৈব দ্রাবক দিয়া ঝাঁকাইয়া জলীয় স্তর হইতে জৈব যৌগটি আরও নিষ্কাশিত করা হয়। এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে দ্রাবক ক্লোরোফর্ম লইলে বিয়োজী ফানেলের নীচের স্তর জৈব স্তর হইবে। জৈব স্তর বাহির করিয়া লইয়া বিয়োজী ফানেলে পড়িয়া থাকা জলীয় স্তরে আবার দ্রাবক মিশাইয়া ঝাঁকাইয়া অনুরূপভাবে জৈব যৌগ নিষ্কাশিত করা যায়। এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে দ্রাবক ক্লোরোফর্ম লইলে বিয়োজী ফানেলের নীচের স্তর জৈব স্তর হইবে। জৈব স্তর বাহির করিয়া লইয়া বিয়োজী ফানেলে পড়িয়া থাকা জলীয় স্তরে আবার দ্রাবক মিশাইয়া ঝাঁকাইয়া অনুরূপভাবে জৈব যৌগ নিষ্কাশিত করা যায়।

চিত্র নং 21

মনে করি কোন যৌগ জলীয় দ্রবণে রহিয়াছে। উহাতে জলের সহিত অমিশ্রণীয় কোন দ্রাবক যদি মিশানো যায় যাহাতে যৌগ বেশী পরিমাণে দ্রবণীয় তাহা হইলে,

$$\frac{\text{জলে যৌগের গাঢ়তা}}{\text{অন্য দ্রাবকে যৌগের গাঢ়তা}} = \frac{c_1}{c_2} = K,$$

এখানে K-কে বণ্টন-সহগ বা বিভাগ সহগ (Distribution Co-efficient বা Partition Co-efficient) বলে।

প্রথমে v মি. লি. জলীয় দ্রবণে যদি ω_0 গ্রাম যৌগ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে এবং s মি. লি. জৈব দ্রাবক দিয়া প্রতিবার যদি ঝাঁকানো হয় এবং ঝাঁকাইবার পর যদি ω_1 গ্রাম যৌগ জলে থাকে তাহা হইলে,

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\omega_1/v}{(\omega_0 - \omega_1)/s} = K$$

$$\omega_1 \quad \omega_0 \frac{Kv}{Kv+s}$$

দ্বিতীয়বার নিষ্কাশনের পর ω_2 গ্রাম যৌগ জলে থাকিলে

$$\frac{\omega_2/v}{(\omega_1 - \omega_2)/s} = K$$

$$\therefore \quad \omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{Kv}{Kv+s} = \omega_0 \left(\frac{Kv}{Kv+s}\right)^2$$

n-তম বার নিষ্কাশনের পর ω গ্রাম যৌগ জলে থাকিলে

$$\omega_n = \omega_0 \left(\frac{Kv}{Kv+s}\right)^n$$

যে সব দ্রাবক সম্পূর্ণভাবে জলের সহিত অমিশ্রণীয় সেই সব দ্রাবকের ক্ষেত্রে উপরিউক্ত রাশিমালা (expression) প্রযোজ্য হইবে। যদিও বেনজিন, ক্লোরোফর্ম বা কার্বন টেট্রাক্লোরাইড জলের সহিত অমিশ্রণীয় ইথার জলে সামান্য মিশ্রণীয়। ফলে ইথার নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহৃত হইলে এই রাশিমালায় প্রাপ্ত ফল কাছাকাছি হইবে।

একটি উদাহরণ দিয়া এই আলোচনা শেষ করা যাক। 4·0 গ্রাম n-বিউটাইরিক অ্যাসিড (n-butyric acid) 15°C উচ্চতায় 100 মি. লি. জলে দ্রবীভূত অবস্থায় আছে। উক্ত উষ্ণতায় 100 মি. লি. বেনজিন দিয়া নর্মাল বিউটাইরিক অ্যাসিড নিষ্কাশন করিতে হইবে।

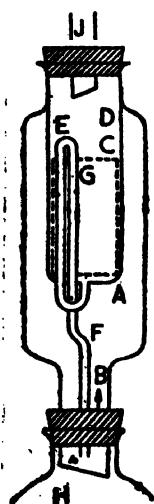
$$\therefore \quad \omega_n = 4\left(\frac{\frac{1}{3}+100}{\frac{100}{3}+100}\right) = 1\cdot0 \text{ গ্রাম।}$$

এক্ষেত্রে বণ্টন-সহগ $\frac{1}{3}$। যদি প্রতিবার 33·3 মি. লি. দ্রাবক লইয়া নিষ্কাশন করা হয় তাহা হইলে তিনবার নিষ্কাশনের পর যৌগের যে পরিমাণ জলে দ্রবীভূত থাকিবে তাহা

$$\omega_n = 4\left(\frac{\frac{1}{3}+100}{\frac{100}{3}+33\cdot3}\right)^3 = 0\cdot5 \text{ গ্রাম।}$$

সুতরাং দেখা যাইতেছে যে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবক লইয়া একবারে নিষ্কাশন করা হইতে 2-3 বারে উক্ত পরিমাণ দ্রাবক ব্যবহার করিলে ভাল ফল পাওয়া যায়।

চিত্র নং 22

কোন কঠিনের সন্তত নিষ্কাশনের জন্য সক্সলেট নিষ্কাশন যন্ত্র (Soxhlet's extraction apparatus) ব্যবহার করা হয়। কঠিনটিকে প্রথমে শক্ত ফিল্টার পেপারে তৈরী সচ্ছিদ্র থিমবলে (A) (thimble) ঢালা হয় (22 নং চিত্র)। তারপর থিমবলটি সক্সলেট যন্ত্রের ভিতরের নলে (B) প্রবেশ করানো হয়। তারপর যন্ত্রটি একটি ফ্লাস্কের (C) সংগে যুক্ত করা হয় যাহাতে দ্রাবক থাকে। যন্ত্রটির সহিত

একটি রিফ্লাক্স শীতক (Reflux Condenser) D যুক্ত করা হয়। ফ্লাস্ক C-কে এইবার এমনভাবে উত্তপ্ত করা হয় যাহাতে দ্রাবক আস্তে আস্তে ফুটিতে থাকে। নলের ভিতর দিয়া বাষ্প উঠিতে থাকে এবং শীতকের সংস্পর্শে আসিয়া ঠাণ্ডা হইয়া থিম্বলে জমা হয়। যখন দ্রাবক নলের উপরে উঠিয়া আসে তখন সংগে সংগে সাইফন হইয়া ফ্লাস্কে C চলিয়া আসে। কঠিন হইতে যতটা যৌগ নিষ্কাশিত হইয়াছে তাহা ফ্লাস্কে জমা হইবে। এইভাবে স্বতঃক্রিয়ায় নিষ্কাশন চলিতে থাকিবে।

ক্রোমেটোগ্রাফী (Chromatography) :

ক্রোমেটোগ্রাফী এক ধরনের বৈশ্লেষিক কৌশল যাহাদ্বারা বিভিন্ন দ্রব্যের মিশ্রণের মধ্যেকার উপাদানগুলিকে উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে কোন ছিদ্রযুক্ত মাধ্যমের বিভিন্ন অংশে স্থানান্তর ঘটাইয়া পৃথক করা হয়।

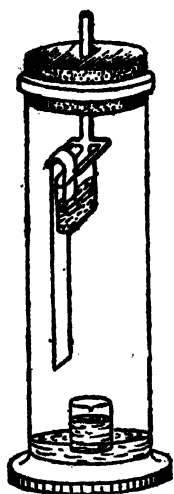
এই প্রক্রিয়ায় খুব কম পরিমাণ পদার্থ নিয়া কাজ করা যায়। অপদ্রব্য হইতে কোন পদার্থকে শোধন করা, বিভিন্ন মিশ্রণের উপাদানগুলিকে আলাদা করা বা আঙ্কিক (Quantitative) ও মাত্রিক (Qualitative) বিশ্লেষণ করার জন্ত এই প্রক্রিয়ার বহুল ব্যবহার রহিয়াছে। এমন অনেক জটিল মিশ্রণ আছে যাহাদের অন্যান্য ভৌতিক পদ্ধতিতে পৃথক করা যায় না কিন্তু ক্রোমেটোগ্রাফীতে খুব সহজেই পৃথক করা যায়। সম-সংকেতক যৌগগুলিকে (isomers) বা ক্ষণস্থায়ী (unstable) যৌগকেও পৃথক করা চলে।

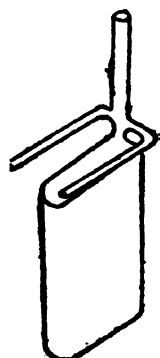
ক্রোমেটোগ্রাফীর বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মধ্যে নিম্নলিখিত চার প্রকার সম্পর্কে আলোচনা করিব।

(1) পেপার ক্রোমেটোগ্রাফী (Paper Chromatography)
(2) স্তম্ভ ক্রোমেটোগ্রাফী (Column Chromatography)
(3) গ্যাস ক্রোমেটোগ্রাফী (Gas Chromatography)
(4) পাতলা স্তর ক্রোমেটোগ্রাফী (Thin layer Chromatography)।

পেপার ক্রোমেটোগ্রাফী :

এই প্রক্রিয়ার যে মিশ্রণটির উপাদানগুলি পৃথক করিতে হইবে উপযুক্ত দ্রাবকে তাহার একটি লঘু দ্রবণ তৈরী কর। তারপর একটি ফিল্টার পেপারের টুকরা (প্রায় 5 সে. মি. চওড়া ও 75 সে. মি. লম্বা) লইয়া তাহার

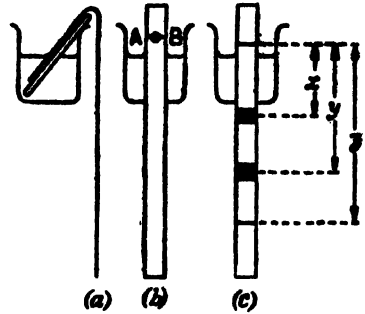
একপ্রান্ত হইতে 8 সে. মি. জায়গা ছাড়িয়া একটি সরু পেনসিল দিয়া একটি দাগ প্রস্থ বরাবর দাও। ইহাকে শূন্য লাইন বলে। এই সরু দাগের মাঝখানে অণু-পিপেট (Micro-pipette) দিয়া এক ফোঁটা দ্রবণ দাগের মাঝখানে দাও। এইবার কাগজটি অনুভূমিকভাবে ধরিয়া রাখ যতক্ষণ না ফোঁটাটি শুকাইয়া যায়। ফোঁটাটি বড় জোর এক বর্গইঞ্চি জায়গার মধ্যে বিস্তৃত থাকে। ইহাকে বায়ুতে রাখিয়া শুকাইয়া লও। এইবার কাগজটি একটি স্তম্ভকে (Cylinder) উল্লম্বভাবে ঝুলাইয়া রাখ (23নং চিত্র) এবং উহার শূন্য লাইনটি স্তম্ভকের মুখে রাখা একটি নৌকার (24নং চিত্র) তরলে ডুবানো থাকিবে। নৌকায় যে তরল ঢালা হয় তাহা একটি মাত্র দ্রাবক বা মিশ্রিত দ্রাবক (Mixed solvent) হইতে পারে। একটি কাঁচদণ্ড দিয়া নৌকার উপর কাগজটি চাপ দিয়া রাখ। স্তম্ভকের তলায় একটি বিকারে নৌকায় যে তরল রাখা হইয়াছে সেই তরল কিছুটা রাখিয়া দাও। ফলে এই তরলের বাষ্পে স্তম্ভক সংপৃক্ত থাকিবে। এইবার স্তম্ভকটি ঢাকনা দিয়া ঢাকিয়া দাও। কৈশিক ক্রিয়ার ফলে (Capillary action) নৌকার দ্রাবক পেপারের মিশ্রণের উপাদানগুলি বহন করিয়া নামিতে থাকিবে। আনুমানিক 1 হইতে 30 ঘণ্টার মধ্যে দেখা যাইবে দ্রাবক অনেক দূর নামিয়া গিয়াছে এবং মিশ্রণের উপাদানগুলিও ইতিমধ্যে বিভিন্ন জায়গায় বলয়াকারে (Zone) বিন্দু (Spot) বা পটিতে পৃথক হইয়া যাইবে। যখন দ্রাবক পেপারের অপর প্রান্তের 5-7 সে. মি. উপরে রহিয়াছে তখন স্তম্ভক হইতে কাগজটি সরাইয়া ফেল এবং দ্রাবক যে পর্যন্ত নামিয়াছে সেইখানে একটি দাগ দিয়া দাও। নৌকার দ্রাবক প্রক্রিয়া চলাকালে ফুরাইয়া গেলে আবার উহাতে ঢালিয়া দিবে।

চিত্র নং 23

চিত্র নং 24

ফিল্টার পেপারটি একটি ক্লিপ আঁটিয়া দিয়া বায়ুতে শুষ্ক করিয়া লও। যখন শুকাইয়া যাইবে তখন একটি উপযুক্ত বিকারক উহার উপর কণবর্ষী (Atomizer) দিয়া স্প্রে করিয়া দাও। স্প্রে করার পর উহাকে আবার ক্লিপ

আঁটিয়া শুকাইয়া তৎপর একটি ইলেকট্রিক চুল্লীতে (তাপনিয়ন্ত্রিত) শুষ্ক করিয়া লও। এইবার ফিল্টার পেপারটি পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে মিশ্রণের বিভিন্ন উপাদানগুলি আলাদা বর্ণযুক্ত বিন্দু বা পটিতে বিভক্ত হইয়া গিয়াছে।

পেপার ক্রোমেটোগ্রাফীতে কোন পদার্থ ও দ্রাবকের অবস্থান মাপিয়া পদার্থকে চিনিবার জন্য R_F মান নির্ণয় করা হয় [25 (a, b, c) নং চিত্র]। ইহা নিম্নরূপ,

$$R_F = \frac{\text{কোন যৌগ কর্তৃক অতিক্রান্ত পথ}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত পথ}}$$

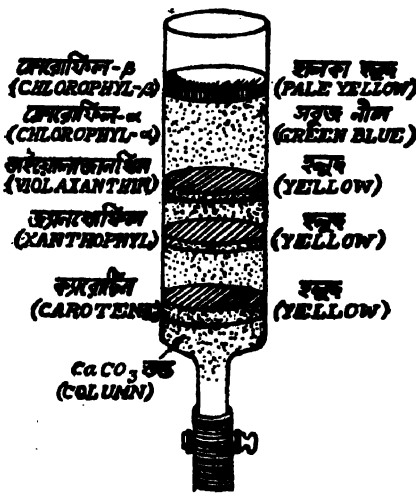
উপরের চিত্র হইতে ইহা পরিষ্কার হইবে।

চিত্র নং 25
(a, b, c)

অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড (Anthranilic acid) ও N-মিথাইল অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিডের মিশ্রণকে পৃথক করার জন্য পুনঃপাতিত n-বিউটানল ও গাঢ় জলীয় অ্যামোনিয়ার মিশ্রণকে সচল দশায় কাজ করার জন্য ব্যবহার করা হয়। ফিল্টার পেপার শুকাইয়া গেলে উহার উপর প্রশমিত 1% ইথানলযুক্ত ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণ স্প্রে করা হয়। ফিল্টার পেপারের উপর মিথাইল অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিডের জন্য বেগনী-বাদামী বর্ণের বিন্দু ও অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিডের জন্য খুব হালকা গোলাপী বর্ণের বিন্দু তৈরী হয়।

স্তম্ভ ক্রোমেটোগ্রাফী :

এই প্রকার ক্রোমেটোগ্রাফীতে একটি বড় নল লও যাহা লম্বায় 30 সে. মি., উপরের দিকে ব্যাস 3 সে. মি. ও নীচের দিকে ব্যাস 5—7 মি.মি. হইবে। এই নলটি ভাল করিয়া ধৌত করিয়া শুকাইয়া লও। সরু অংশে সামান্য একটু কাঁচ-উল (Glass-wool) প্রবেশ করাইয়া মুখ বন্ধ করিয়া দাও (26নং চিত্র)। নলের নীচে একটি রবার টিউব লাগাইয়া ক্লিপ আঁটিয়া দাও। এইবার ক্ল্যাম্প আঁটিয়া উল্লম্বভাবে উহাকে দাঁড় করাও।

ইহার পর একটি অধিশোষক (Absorbent) বাছিয়া লইয়া থলে উপযুক্ত দ্রাবকে উহার লেই তৈরী করিয়া লও। ঐ দ্রাবকটি প্রথমে নলে কিছুটা ঢালিয়া তৎপর লেইটি আস্তে আস্তে নলে ঢাল। এইভাবে দুই-তিনবার লেই

তৈরী করিয়া ঢালার পর নলে অধিশোষকের একটি স্তম্ভ তৈরী হইয়া যাইবে। লক্ষ্য কর স্তম্ভটি সন্তত (Continuous) কি না। যদি সন্তত না হয় তবে স্তম্ভ পুনরায় তৈরী করিতে হইবে। এই স্তম্ভটি স্থির দশার (Stationary phase) কাজ করিবে। লক্ষ্য রাখিও স্তম্ভটির উপরে যেন দ্রাবক কিছুটা থাকে ও স্তম্ভটি শুকাইয়া না যায়।

চিত্র নং 26

অধিশোষক হিসাবে অ্যাকটিভেটেড অ্যালুমিনা, ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট, ক্যালসিয়াম কার্বনেট, বেরিয়াম কার্বনেট, ক্যালসিয়াম সালফেট, সিলিকা জেল, দ্রাক্ষাশর্করা, দুগ্ধশর্করা, শর্করা, সেলুলোজ, ফুলারের মাটি (Fuller's earth) ব্যবহার চলে।

এইবার যে মিশ্রণটি পৃথক করিবে তাহার একটি দ্রবণ তৈয়ারী করিয়া আস্তে আস্তে নলের ভিতর ঢাল। এইবার নীচের ক্লিপটি আস্তে আস্তে নিয়ন্ত্রিত করিয়া কিছু দ্রাবক বাহির করিয়া লও। যখন দ্রাবক স্তম্ভের নীচে নামিতে থাকিবে তখন যাহার প্রতি অধিশোষকের আকর্ষণ বেশী তাহা উপরে বলয়াকারে জমা হইবে ও যাহার প্রতি অধিশোষকের আকর্ষণ কম তাহা নীচের দিকে বলয়াকারে জমা হইবে। দ্রাবক নীচে সংগ্রহ করিয়া পুনরায় ঢাল। এই দ্রাবককে সচল দশা বলে (mobile phase)। এই প্রকারে কয়েকবার দ্রাবক ঢালিবার পর দেখা যাইবে মিশ্রণের উপাদানগুলি বর্ণযুক্ত বলয়ে বিভক্ত হইয়া গিয়াছে। যদি বলয় বর্ণযুক্ত হয় তবে উপরিউক্ত দ্রাবক বা অন্য কোন উপযুক্ত দ্রাবক দিয়া বলয়ে বিভক্ত পদার্থগুলি দ্রবীভূত করিয়া পৃথক কর। অথবা সমস্ত দ্রাবক স্তম্ভ হইতে বাহির করিয়া আন। তারপর স্তম্ভটি নল হইতে বাহির কর এবং বিভিন্ন বর্ণযুক্ত বলয়গুলি আলাদা করিয়া কাটিয়া লইয়া দ্রাবকে দ্রবীভূত করিয়া লও। এইবার দ্রাবক তাড়াইলেই উপাদানগুলি আলাদা আলাদা সংগৃহীত হইবে।

বলয়গুলি যদি বর্ণযুক্ত না হয় তাহা হইলে অধিশোষক দ্রাবক দ্বারা ধৌত করিয়া লইয়া ও দ্রাবক তাড়াইয়া মার্কারী ল্যাম্পের আলোতে অতিবেগনী রশ্মির কাছে আনিয়া বিশেষ প্রতিপ্রভার দ্বারাও উহাদের বিশুদ্ধতা জানা যাইতে পারে।

মিশ্রণের মধ্যেকার উপাদানগুলিকে যাহা দ্বারা স্তম্ভের মধ্য হইতে দ্রবীভূত করিয়া আনা হয় তাহাদের ইলিউয়েন্ট (eluent) বলে। বিভিন্ন পটি বা বিন্দুসহ অধিশোষকের যে স্তম্ভ তৈয়ারী হয় তাহাকে ক্রোমেটোগ্রাম (Chromatogram) বলে।

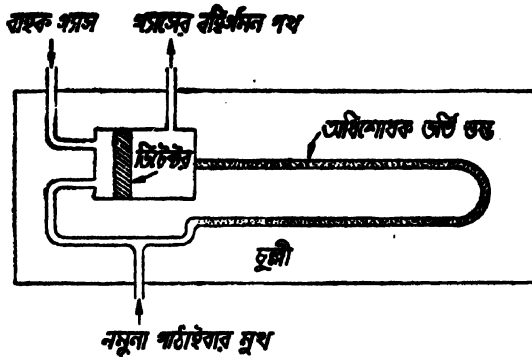
1906 সালে সোয়েট (Tswett) অধিশোষক $CaCO_3$ দিয়া একটি স্তম্ভ তৈয়ারী করিয়া তাহার উপর পেট্রোলিয়াম ইথার দ্বারা উদ্ভিদ রঞ্জকের একটি দ্রবণ তৈয়ারী করিয়া ঢালিলেন। অতঃপর ইলিউয়েন্ট অ্যালকোহলের সাহায্যে একটি ক্রোমেটোগ্রাম তৈয়ারী করিলেন। উক্ত উদ্ভিদ্ রঞ্জক 5 ভাগে ভাগ হইয়া গেল। উপরে ক্লোরোফিল-β, তারপর যথাক্রমে ক্লোরোফিল-α, ভাইয়োলা জ্যানথিন, জ্যানথোফিল ও ক্যারোটিন পৃথক হইল (26 নং চিত্র)।

গ্যাস ক্রোমেটোগ্রাফী :

গ্যাস ক্রোমেটোগ্রাফীর সাহায্য লইয়া খুব দ্রুত গ্যাসের মিশ্রণকে সুনিপুণভাবে পৃথক করা যায়। যদি তরল বা কঠিনকে বাষ্পে পরিণত করা যায় তাহা হইলে কঠিন বা তরলের মিশ্রণকেও এই পদ্ধতিতে পৃথক করা চলে। ফলে ইহার ব্যাপক প্রয়োগ রহিয়াছে।

এই পদ্ধতিতে মিশ্রণটিকে একটি লম্বা U-এর ন্যায় আকৃতির সরু নলের মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয় (27 নং চিত্র)। এই গ্যাস মিশ্রণকে বহন করিয়া লইয়া যাইবার জন্য নাইট্রোজেন অথবা কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। ইহাদের বাহক গ্যাস বলে। U-নলের মধ্যে একটি পৃষ্ঠশোষক (Adsorbent) অনুদ্বায়ী তরল ঢালিয়া স্তম্ভ তৈয়ারী করা হয় যাহা স্থির দশার (Stationary phase) কাজ করে। এই তরলটি ডাইবিউটাইল-থ্যালেট (dibutylphthalate) বা ছিদ্রযুক্ত কাইসেলগুড়ের (Kieselguhr) মধ্যে রাখা সিলিকনও (Silicone) হইতে পারে। যখন গ্যাস মিশ্রণ স্তম্ভের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয় তখন গ্যাসগুলি বাহক গ্যাস ও স্থির তরল দশার মধ্যে বিভক্ত হয়। ফলে যে গ্যাসগুলি শোষক তরলে বেশী দ্রবীভূত বা কম

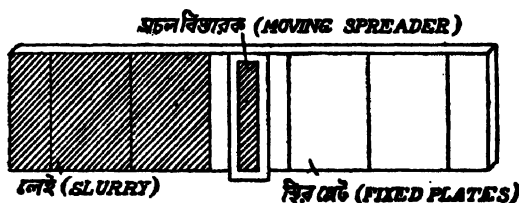
উদ্বায়ী সেইগুলি খুব আস্তে আস্তে স্তম্ভের মধ্য দিয়া চলিতে থাকে এবং যেগুলি শোষক তরলে কম দ্রবীভূত বা বেশী উদ্বায়ী হয় সেইগুলি দ্রুতগতিতে চলিতে থাকে। ফলে স্তম্ভের মধ্য হইতে গ্যাসগুলি বাহক গ্যাসের দ্বারা তাড়িত হইয়া একটি একটি করিয়া বাহির হইতে থাকিবে। প্রত্যেকটি

চিত্র নং 27

গ্যাস আলাদা আলাদা বাহির হইয়া যাইতেছে কিনা তাহা নির্ণয় করিবার জন্য তাপীয় পরিবাহিতামাপন (Thermal Conductivity measurement) পদ্ধতির ব্যবহার করা চলে। বিদ্যুতের দ্বারা কোন উত্তপ্ত তার কোন পারিপার্শ্বিক গ্যাসের মধ্যে তাপ ছাড়িয়া দিয়া নিজে ঠাণ্ডা হয়। যেহেতু উত্তাপের সংগে তারের প্রতিবন্ধের (Resistance) সম্পর্ক রহিয়াছে তাই যতক্ষণ না একটি গ্যাস দূর হইবে ততক্ষণ তারের প্রতিবন্ধের কোন পরিবর্তন পরিলক্ষিত হইবে না। প্রতিবন্ধ মাপিবার জন্য একটি হুইটষ্টোন ব্রিজ (Wheatstone bridge) ব্যবহার করা হয়।

পেট্রোলিয়ামের যে কোন স্ফুটনাংকী অংশের 20 বা ততোধিক উপাদান গ্যাসক্রোমেটোগ্রাফীর সাহায্যে পৃথক করা গিয়াছে। 218°C উষ্ণতার মধ্যে কোলটারের (Coaltar) যে অংশ ফুটিয়া বাহির হয় তাহাতে 52টি যৌগ রহিয়াছে। ইহার মধ্যে গ্যাস ক্রোমেটোগ্রাফীর সাহায্যেই সর্বপ্রথম 27টি যৌগ পৃথক করিয়া সনাক্ত করা গিয়াছে।

পাতলা স্তর ক্রোমেটোগ্রাফী :

একটি গ্লাসপ্লেটের উপর সিলিকা জেল অথবা অন্য কোন অধিশোষকের একটি পাতলা আস্তরণ দেওয়া হয়। যে মিশ্রণটিকে পরীক্ষা করিতে হইবে

তাহার একটি দ্রবণ তৈয়ারী করিয়া উহার এক ফোঁটা গ্লাসপ্লেটের এক প্রান্তে দেওয়া হয় (28 নং চিত্র)। এইবার এই গ্লাসপ্লেটটি একটি প্রকোষ্ঠের মধ্যে রাখা দ্রাবকে উলম্বভাবে ঝুলাইয়া এমনভাবে রাখা হয় যাহাতে যে প্রান্তে

চিত্র নং 28

ফোঁটা দেওয়া হইয়াছে সেই প্রান্ত দ্রাবকে ডুবিয়া থাকে। দ্রাবক উপাদানগুলি বহন করিয়া আনিয়া বিভিন্ন জায়গায় স্থানান্তর ঘটায়। দ্রাবক 10 হইতে 15 সে. মি. উপরে উঠিলে প্লেটটি সরাইয়া ফেলিয়া শুষ্ক করা হয়। তৎপর বিন্দু বা পটিগুলি পরীক্ষা করা হয়।

পাতলা স্তর ক্রোমেটোগ্রাফীতে যে পদার্থগুলি সাধারণতঃ অধিশোষক হিসাবে কাজ করে তাহারা হইল সিলিকা জেল, অ্যালুমিনা, কাইসেলগুড় (Kieselguhr), সেলুলোজের গুঁড়া, পলিঅ্যামাইড গুঁড়া, আয়ন-পরিবর্তন গুঁড়া, ফ্লোরিসিল (Fluorisil), ক্যালসিয়াম সালফেট, পলিইথিলীন, ম্যাগনেসল, হাইড্রক্সি অ্যাপাটাইট, "সেফাডেক্স" (Sephadex), জিংক কার্বনেট বা বিভিন্ন অধিশোষকের মিশ্রণ।

যদি বিন্দু বা পটি বর্ণযুক্ত হয় অথবা অতি বেগনী রশ্মিতে প্রতিপ্রভা দেয় তাহা হইলে চিনিতে পারা যায়। তাহা না হইলে বিভিন্ন বিকারক উহার উপর স্প্রে করিয়া বিন্দু বা পটিকে বর্ণযুক্ত করার পর চিনিতে পারা যায়। আয়োডিনের দ্রবণ বা বাষ্প প্লেটের উপর দিয়া বিন্দু বা পটি চিনিতে পারা যাইতে পারে।

পেপার ক্রোমেটোগ্রাফীর ন্যায় পাতলা স্তর ক্রোমেটোগ্রাফীতে R_F মান মাপিয়া আঙ্কিক বিশ্লেষণ করা যায়। মিশ্রণে কোন উপাদান কি পরিমাণ আছে তাহা বিন্দুর আয়তন মাপিয়া বাহির করা যায় কারণ সাধারণভাবে বিন্দুর আয়তন পদার্থের পরিমাণের লগারিদমের (Logarithm) সহিত সমানুপাতিক হয়।

অধিশোষণ (Adsorption) :

এমন অনেক কঠিন পদার্থ আছে যাহারা উহাদের পৃষ্ঠে অন্য কোন পদার্থকে শোষণ করিয়া রাখিতে পারে। এইভাবে শোষণ করিয়া রাখাকে অধিশোষণ বলে এবং যে পদার্থ শোষণ করিয়া রাখে তাহাকে অধিশোষক (Adsorbent) বলে।

সিলিকা জেল (Silica gel), অ্যাকটিভেটেড চারকোল, ফুলারের মাটি (Fuller's earth), অ্যাকটিভেটেড অ্যালুমিনা—ইহারা সকলেই অধিশোষকের কাজ করে। ইহাদের পৃষ্ঠে অতি দ্রুত পদার্থ শোষিত হয়। অধিশোষকের পৃষ্ঠ যত বেশী শোষিতের নিকট উন্মুক্ত থাকিবে তত এই ক্রিয়া দ্রুত চলিতে থাকিবে। ইহাদের আরও বেশী ছিদ্রযুক্ত করিয়া সক্রিয় করিয়া তুলিবার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতির ব্যবহার হয়। এই ধরনের অধিশোষণকে ভৌতিক অধিশোষণ বলা হয়। ভ্যানডার ওয়াল্‌স্ বলে (Vander Waals force) ইহারা পদার্থের অণুগুলিকে ধরিয়া রাখে।

অধিশোষণকে কাজে লাগাইয়া কঠিন, তরল বা গ্যাস হইতে অপদ্রব্য দূর করা যায়। সদ্য প্রস্তুত সালফানিলিক অ্যাসিড বা অ্যাসিটেনিলাইড হইতে অপদ্রব্য দূর করার জন্য উহাদের সাথে জল মিশাইয়া তৎপর সামান্য অ্যাকটিভেটেড চারকোল দিয়া ফুটাইলে অপদ্রব্য দূর হইয়া যায়। কিন্তু চারকোলের পরিমাণ যেন বেশী না হয় তবে পদার্থগুলিও কিছু শোষিত হইবে।

সিলিকা জেল অনিয়তাকার বালি। Na_2SiO_3-এর জলীয় দ্রবণে H_2SO_4-এর দ্রবণ মিশাইয়া ফুটাইলে অনিয়তাকার বালি অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফুলারের মাটি এক ধরনের মাটি। ইহার অধিশোষণ করার যথেষ্ট ক্ষমতা রহিয়াছে। ইহাকে ব্যবহার করার জন্য প্রথমে কাটিয়া তুলিয়া তৎপর শুকাইয়া গুঁড়া করা হয়। চারকোলের ভিতর ষ্টীম বা কার্বন ডাই-অক্সাইড পাঠাইয়া 800°C—900°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে চারকোল আরও ছিদ্রযুক্ত হয়। ফলে পৃষ্ঠশোষণ করার ক্ষমতা বাড়িয়া যায়। অ্যালুমিনাকে প্রায় 350°—600°F উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে উহার মধ্য হইতে জলীয় বাষ্প বাহির হইয়া যায় ও অ্যাকটিভেটেড অ্যালুমিনা তৈরী হয়।

রাসায়নিক পদ্ধতি :

ভৌতিক পদ্ধতি ছাড়াও রাসায়নিক পদ্ধতিতেও পদার্থের শোধন সম্পন্ন

করা যায়। এক্ষেত্রে এমন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাহায্য লইতে হইবে যাহা দ্বারা যে কোন একটিকে কোন একটি কঠিন উৎপন্নে (derivative) রূপান্তরিত করা যায় ও সেই উৎপন্ন হইতে পুনরায় পদার্থটিকে ফিরিয়া পাওয়া যায়।

ধর নর্মাল হেক্সেনের (n-hexane) সহিত কিছু অপদ্রব্য হেক্সিন-৪ রহিয়াছে। হেক্সিন-৪-কে দূর করিতে হইবে। ঘন H_2SO_4-এর সহিত হেক্সিন-৪ বিক্রিয়া করে কিন্তু নর্মাল হেক্সেন বিক্রিয়া করে না। তাই মিশ্রণটিকে ঘন H_2SO_4 দিয়া ঝাঁকাইলে হেক্সিন-৪ দ্রবীভূত হয় ও উহা নীচে স্তর গঠন করে। তখন নীচের স্তর সরাইয়া ফেলিলে নর্মাল হেক্সেন বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়।

অথবা ধরিয়া লও প্রোপেনের সাথে কিছু প্রোপিলীন মিশ্রিত অবস্থায় আছে। একটি পাত্রে রাখা ব্রোমিনের উপর দিয়া মিশ্রণকে পাঠাইলে প্রোপিলীন ব্রোমিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া প্রোপিলীন ডাই-ব্রোমাইড উৎপন্ন করিবে এবং উহা পাত্রে পড়িয়া থাকিবে। অপর দিকে প্রোপেন পাত্র হইতে নির্গত হইবে এবং পারদের নিরাপসারণ দ্বারা প্রোপেন সংগ্রহ করা যাইবে।

দ্বিতীয় অধ্যায়

জৈব বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য

জৈব বিক্রিয়ার কতকগুলি বৈশিষ্ট্য রহিয়াছে যাহা অজৈব বিক্রিয়ায় দৃষ্ট হয় না। অজৈব বিক্রিয়ায় যেখানে আয়নে আয়নে মিথস্ক্রীয়া (interaction) হওয়ার ফলে অত্যন্ত দ্রুত বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় জৈব বিক্রিয়ায় সেইরূপ মিথস্ক্রীয়া না হইয়া অণুতে অণুতে মিথস্ক্রীয়া ঘটে। অক্রম সঙ্ঘর্ষের (random collision) ফলে জৈব অণুগুলি একে অপরের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। সমস্ত অণুগুলি পরস্পর সঙ্ঘর্ষ না করিতেও পারে। অক্রম সঙ্ঘর্ষ বাড়াইবার জন্য ঝাঁকাইতে হয়, উত্তাপ দিতে হয়। তাই জৈব বিক্রিয়া প্রায়শঃ সময় সাপেক্ষ।

উত্তাপ যেমন জৈব বিক্রিয়ার পক্ষে প্রয়োজন আবার ইহার ফলে কিছু কিছু সূক্ষ্ম (sensitive) বিক্রিয়ক কথনও কথনও নষ্ট হইয়া যায়। তাই আমরা দেখি কোন কোন জৈব বিক্রিয়ায় কিছু কিছু টার জাতীয় বা লাক্ষিক (resinous) পদার্থ উৎপন্ন হয়। তাহা ছাড়া সঙ্ঘর্ষের তারতম্যের হেতু পার্শ্ব বিক্রিয়া (side reaction) প্রায় সময়ই ঘটে। ফলে অজৈব বিক্রিয়ায় যেখানে শতকরা 100 ভাগ উৎপন্ন পদার্থ পাওয়া যায় সেখানে জৈব বিক্রিয়ার 85—90% উৎপন্ন পদার্থ পাওয়া গেলে অত্যন্ত ভাল বিক্রিয়া ঘটিয়াছে বলা হয়।

জৈব বিক্রিয়ার পথে অক্রম সঙ্ঘর্ষের ফলে কোথায়ও ক্ষণস্থায়ী বা মোটামুটি স্থায়ী কার্বনিয়াম আয়ন (Carbonium ion) বা কার্বানায়ন (Carbanion) বা ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্ (Free radical) সৃষ্টি হয়। আবার কোথায়ও আয়নিত মধ্যবর্তী দশার (Ionic Intermediate phase) উদ্ভব হয়। কিন্তু এই দশাগুলি খুব ক্ষণস্থায়ী। ইহাদের উপস্থিতি বিক্রিয়ার হারধারা (Reaction rate) ও ভৌত-রাসায়নিক অধ্যয়নে (Physico-chemical study) ধরা পড়ে। যতক্ষণ না কার্বনিয়াম আয়ন বা কার্বানায়ন বা ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্ বা আয়নিত মধ্যবর্তী দশা উৎপন্ন হইবে ততক্ষণ বিক্রিয়া হইতে পারে না। তাই পরীক্ষার জন্য যে অবস্থার প্রয়োজন সেই উপযুক্ত অবস্থা সৃষ্টি করিতে হইবে।

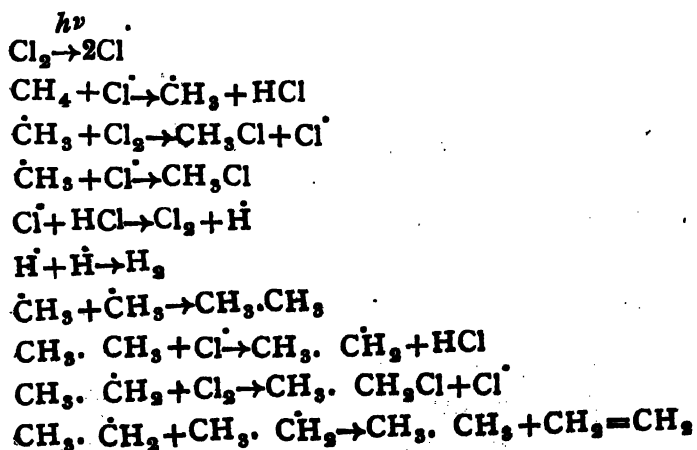
এমন কিছু বিক্রিয়া আছে যে সব বিক্রিয়ায় ফ্রি র‍্যাডিক্যাল বা আয়ন তৈরী হয় না বলে অনেকের ধারণা। এইসব বিক্রিয়াকে আণবিক বিক্রিয়া

(molecular reaction) বলে। ইহাতে বিক্রিয়া অধ্রুবীয় পরিবৃত্তি অবস্থার (non-polar transition state) মধ্য দিয়া সংঘটিত হয়। উদাহরণস্বরূপ কার্বিনের (Carbene) সহিত অলিফিনের (Olefin) বিক্রিয়া বা 1, 3 - বিউটাডাইনের (1, 3 - butadiene) ম্যালায়িক অ্যানহাইড্রাইডের সহিত বিক্রিয়ার কথা বলা যাইতে পারে।

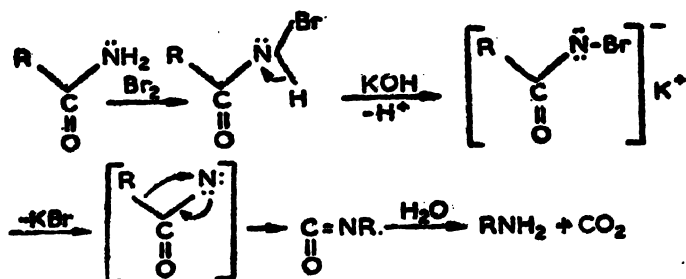
বিক্রিয়া কৌশল (Reaction Mechanism) :

বিক্রিয়া কৌশল বলিতে বিক্রিয়া যে পথে চলিয়া সম্পন্ন হয় তাহা বুঝায়। ইহা দ্বারা বিভিন্ন পদক্ষেপে বিক্রিয়াতে যে সব পদার্থ (species) অংশ নেয় সেইগুলি সম্পর্কে একটি ধারণা জন্মাইয়া দেয়। বিক্রিয়ার কৌশলকে কিভাবে বিক্রিয়কগুলির গাঢ়তা, উষ্ণতা, দ্রাবক, অনুঘটক প্রভাবিত করে তাহাও জানিতে পারা যায়।

বিক্রিয়ার কৌশল জানিতে হইলে বিক্রিয়া হইতে কি কি পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহা সম্যক্‌ভাবে জানিতে হইবে। অথবা বলা যায় এমন কোন বিক্রিয়া কৌশল আমরা মানিয়া লইতে পারি না যাহা উৎপন্ন মূল পদার্থগুলিকে ব্যাখ্যা করিতে পারে না। ধর মিথেন CH_4 বিক্ষিপ্ত আলোতে (diffused sunlight) ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া CH_3Cl তৈরী করে। তৎসঙ্গে কিছুটা ইথেন (ethane)ও উৎপন্ন করে। যে বিক্রিয়া কৌশল আমরা গ্রহণ করিব তাহা ইথেন তৈয়ারীকেও ব্যাখ্যা করিতে হইবে। উক্ত বিক্রিয়া ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্‌ কৌশলে সম্পন্ন হয় এবং ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্‌ কৌশলদ্বারা ইথেন তৈয়ারী ব্যাখ্যা করা যায়।

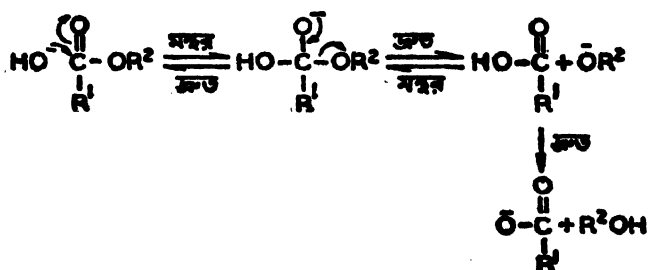
$$Cl_2 \xrightarrow{h\nu} 2\dot{Cl}$$
$$CH_4 + \dot{Cl} \rightarrow \dot{C}H_3 + HCl$$
$$\dot{C}H_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + \dot{Cl}$$
$$\dot{C}H_3 + \dot{Cl} \rightarrow CH_3Cl$$
$$\dot{Cl} + HCl \rightarrow Cl_2 + \dot{H}$$
$$\dot{H} + \dot{H} \rightarrow H_2$$
$$\dot{C}H_3 + \dot{C}H_3 \rightarrow CH_3.CH_3$$
$$CH_3.\ CH_3 + \dot{Cl} \rightarrow CH_3.\ \dot{C}H_2 + HCl$$
$$CH_3.\ \dot{C}H_2 + Cl_2 \rightarrow CH_3.\ CH_2Cl + \dot{Cl}$$
$$CH_3.\ \dot{C}H_2 + CH_3.\ \dot{C}H_2 \rightarrow CH_3.\ CH_3 + CH_2{=}CH_2$$

বিক্রিয়া কৌশল নির্ধারণ করার জন্য মধ্যবর্তী পদার্থগুলি (intermediate) পৃথক করা, সনাক্ত করা ও উহাদের ফাঁদে ধরা (trapping) প্রয়োজন। কোন অ্যামাইড (Amide) হইতে অ্যামাইন পাইতে হইলে হফম্যান অবনয়ন (Hofmann degradation) করিতে হয়। এক্ষেত্রে ৪টি মধ্যবর্তী পদার্থ পাওয়া গিয়াছে যথা N-ব্রোমামাইড RCONHBr, ব্রোমামাইডের লবণ $[RCON\bar{B}r]^{-}K^{+}$ ও আইসোসায়েনেট RNCO। অনেকের ধারণা আইসোসায়েনেট তৈয়ারী হইবার পূর্বে $RCO\ddot{N}:$ (অ্যাসাইল নাইট্রিন) তৈয়ারী হয় কিন্তু উহাকে পৃথক করা যায় নাই। আবার কেউ কেউ বলেন নাইট্রিন না হইয়া N-ব্রোমামাইড সরাসরি আইসোসায়েনেটে পরিবর্তিত হয়। আবার

$$R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}\ddot{N}H_2 \xrightarrow{Br_2} R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}\ddot{N}(Br)H \xrightarrow[-H^+]{KOH} \left[R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}\ddot{N}{-}Br\right]^{-}K^{+}$$

$$\xrightarrow{-KBr} \left[R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}\ddot{N}:\right] \longrightarrow \underset{\underset{O}{\|}}{C}{=}NR \xrightarrow{H_2O} RNH_2 + CO_2$$

যেখানে মধ্যবর্তী পদার্থগুলি পৃথক করা যায় না সেখানে রক্তপূর্ব রশ্মি (Infra-red), নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অনুনাদ (Nuclear Magnetic resonance), রমন বর্ণালীর (Raman Spectra) সাহায্য লইয়া মধ্যবর্তী পদার্থ সনাক্ত করা যায়। আবার যর মধ্যবর্তী পদার্থ পৃথক করা বা সনাক্ত করা যায় নাই কিন্তু উহার সম্পর্কে মোটামুটি অনুমান করা গিয়াছে। তাহা হইলে ঐ অনুমানের ভিত্তিতে নির্দিষ্ট কোন বিকারকের সহিত উহা বিক্রিয়া করে কিনা তাহা দেখিয়াও উহাকে চিনিতে পারা যায়। একটি উদাহরণ দেই। বেনজাইনগুলি (Benzynes) ডাইনের (diene) সহিত বিক্রিয়া করে। যদি কোন বিক্রিয়ার মধ্যবর্তী পদার্থ বেনজাইন তৈয়ারী হইয়াছে মনে হয় তবে ডাইনের সহিত বিক্রিয়া করে কিনা দেখিয়া উহাকে চিনিতে পারা যায়।

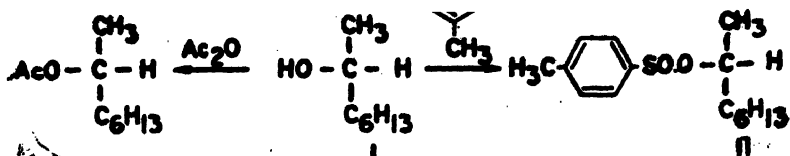
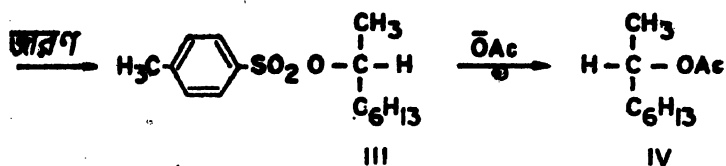
আইসোটোপের সাহায্যে লেবেল আঁটিয়া দিয়াও (Isotopic labelling) বিক্রিয়া কৌশল সম্পর্কে জানা যায়। একটি খুব পরিচিত উদাহরণ দেই। কোন এস্টারকে আর্দ্রবিশ্লেষণ করিলে (hydrolysis) অ্যালকোহল ও অ্যাসিড উৎপন্ন হয় কিন্তু এক্ষেত্রে কোন্ বন্ধ (bond) ভাঙ্গিবে—অ্যাসাইল-অক্সিজেন

বন্ধ না অ্যালকিল-অক্সিজেন বন্ধ ? ইহার জন্য পোলানিল ও অন্যান্যরা (Polanyl et al) বেশী O^{18} যুক্ত জলে নর্মাল পেনটাইল অ্যাসিটেটের (*n*-Pentylacetate) ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষণ (alkaline hydrolysis) করিয়া দেখাইলেন যে নর্মাল পেনটাইল অ্যালকোহলে O^{18} নাই। সুতরাং এস্টারটিতে অ্যাসাইল-অক্সিজেন বিভাজন (acyl-oxygen fission) হইয়াছে। এইবার এই পরীক্ষালব্ধ ফল হইতে এস্টার আর্দ্রবিশ্লেষণের বিক্রিয়া কৌশল যাহা দাঁড়ায় তাহা নিয়ে দেওয়া হইল।

$$HO^- + R^1\text{-}C(=O)\text{-}OR^2 \underset{\text{দ্রুত}}{\overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons}} HO\text{-}C(R^1)(O^-)\text{-}OR^2 \underset{\text{মন্থর}}{\overset{\text{দ্রুত}}{\rightleftharpoons}} HO\text{-}C(=O)\text{-}R^1 + \bar{O}R^2 \xrightarrow{\text{দ্রুত}} \bar{O}\text{-}C(=O)\text{-}R^1 + R^2OH$$

বিক্রিয়ার উৎপন্ন পদার্থ যাহা তৈরী হয় তাহাদের আকাশ-বিন্যাস (configuration বা spatial arrangements) জানা গেলে বিক্রিয়া কৌশল নির্ধারণ করা যায়। একটি উদাহরণ দেই। (−) - 2 - অক্টানল I (2-octanal) অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের সহিত (−) - 2 - অক্টাইল অ্যাসিটেট তৈরী করে। আবার (−) - 2 - অক্টানল প্যারা-টলুইন সালফিনাইল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া (−) - 2 - অক্টাইল-প্যারা-টলুইন সালফিনেট II তৈরী করে। সালফিনেট II জারিত হইয়া (−) - 2 - অক্টাইল প্যারা-টলুইন সালফোনেট III উৎপন্ন হয়। তৎপর সালফোনেট III অ্যাসিটেট আয়নের সহিত বিক্রিয়া করিয়া (+) - 2 - অক্টাইল অ্যাসিটেট তৈয়ারী করে।

$$AcO\text{-}C(CH_3)(C_6H_{13})\text{-}H \xleftarrow{Ac_2O} \underset{I}{HO\text{-}C(CH_3)(C_6H_{13})\text{-}H} \xrightarrow[\text{SOCl}]{\text{Y-}CH_3} \underset{II}{H_3C\text{-}C_6H_4\text{-}SO.O\text{-}C(CH_3)(C_6H_{13})\text{-}H}$$

$$\xrightarrow{\text{স্মরণ}} H_3C\text{-}C_6H_4\text{-}SO_2O-\underset{C_6H_{13}}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H \xrightarrow[\text{ও}]{\bar{O}Ac} H-\underset{C_6H_{13}}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OAc$$

III IV

পদার্থ II তৈয়ারী করিতে কোন C—O বন্ধ ভাঙ্গিয়া যায় নাই। আবার যৌগ III তৈয়ারী হইতেও C–O বন্ধ ভাঙ্গিবার কোন কারণ নাই। কিন্তু যৌগ IV তৈরী হইতে নিশ্চিতভাবে C—O বন্ধ ভাঙ্গিয়াছে কেননা এখানে সালফোনেট আয়ন সরিয়া তৎস্থলে অ্যাসিটেট আয়ন বসিয়াছে। সুতরাং আকাশ-বিন্যাসের উৎক্রম (Inversion) হইয়াছে। তাই বলা যায় বিক্রিয়া S 2 কৌশলে হইবে এবং অ্যাসিটেট আয়ন পশ্চাৎ দিক হইতে যৌগকে III আক্রমণ করিবে ও পরিবৃত্তি অবস্থার সৃষ্টি হইবে ও যৌগ IV উৎপন্ন হইবে।

বিক্রিয়ার হার পরীক্ষা করিয়া বিক্রিয়া কৌশল ঠিক করা যায়। এখানে CH_3Br, $H_3C.CH_2.Br$, $(CH_3)_2$ CHBr ও $(CH_3)_3CBr$-এর আর্দ্রবিশ্লেষণ দিয়া উহা বুঝাইয়া দিতেছি। আর্দ্রবিশ্লেষণের জন্য 55°C উষ্ণতা স্রাবক ক্ষারীয় জলীয় ইথানল (alkaline aqueous ethanol) লওয়া হইল। প্রথম ক্রমবেগ ধ্রুবক (First order rate constant) ও দ্বিতীয় ক্রমবেগ ধ্রুবক (Second order rate constant) হিসাব করিয়া যে ফল পাওয়া গিয়াছে তাহা নিম্নে দেওয়া হইল।

	CH_3Br	C_2H_5Br	$(CH_3)_2CHBr$	$(CH_3)CBr$
২য় ক্রমবেগ ধ্রুবক $\times 10^5$	2140	170	4·7	—
১ম ক্রমবেগ ধ্রুবক $\times 10^5$	—	—	0·24	1010

উপরিউক্ত ফল হইতে ইহা পরিষ্কার বুঝা যাইতেছে যে মিথাইল ব্রোমাইড ও ইথাইল ব্রোমাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণ পুরাপুরি S_N2 কৌশলে হয়। সুতরাং প্রথমে পরিবৃত্তি অবস্থা তৈয়ারী হয় ও তারপর উৎপন্ন পদার্থ তৈয়ারী হয়। আবার টার্সিয়ারী বিউটাইল ব্রোমাইডের (*t*-butylbromide) আর্দ্রবিশ্লেষণ পুরাপুরি S_N1 কৌশলে হয়। তাহার অর্থ প্রথমে কার্বনিয়াম আয়ন তৈয়ারী হয় ও উক্ত কার্বনিয়াম আয়ন OH আয়নের সহিত বিক্রিয়া করে।

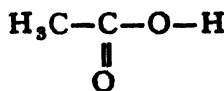
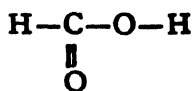
ইনডাকটিভ এফেক্ট (Inductive effect):

যে সব প্রভাব বা এফেক্ট বিক্রিয়ার গতিকে নিয়ন্ত্রিত করে তাহার মধ্যে

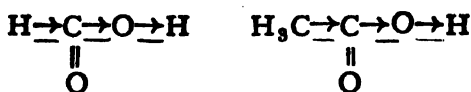
ইনডাকটিভ এফেক্ট অন্যতম। ইহা স্থায়ী, ক্ষণস্থায়ী নয়; অণুর মধ্যে সদা সর্বদা কাজ করিতে থাকে। বিভিন্ন মৌলের বা মূলকের তাড়িত-ঋণাত্মকতা বিভিন্ন। তাই উহারা বিভিন্নভাবে কাজ করে। তাহা ছাড়া দুইটি মৌলের পরমাণুর মধ্যেকার বন্ধের (bond) ইলেকট্রনগুলি তাড়িত-ঋণাত্মকতার বিভিন্নতার জন্য কোন একটি মৌলের পরমাণু বেশী করিয়া নিজের দিকে টানে আবার কোনটা কম করিয়া টানে। নিম্নে কতকগুলি মৌলের ও মূলকের তাড়িত-ঋণাত্মকতা দেওয়া হইল।

F	4·0	Cl	3·0	C	2·5
O	3·5	Br	2·8	I	2·5
N	3·0	S	2·5	P	2·1
H	2·I	Na	0·9	CI_3	2·50
B	2·0	Cs	0·7	CBr_3	2·57
Si	1·8	CH_3	2·30	$CHCl_2$	2·63
Mg	1·2	CH_2Cl	2·47	CCl_3	2·79
				CF_3	3·29

[illegible]
acid), অ্যাসেটিক অ্যাসিড (Acetic acid) বা অন্যান্য অ্যাসিডে। ফরমিক অ্যাসিড অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে 10 গুণ বেশী শক্তিশালী। ফরমিক অ্যাসিডের এই তীব্রতা pKa ($pKa = -\log_{10} Ka$) মান হইতে বিচার করা যায়। ফরমিক অ্যাসিডের pKa মান 3·77 এবং অ্যাসেটিক অ্যাসিডের pKa মান 4·76. pKa মান যত কম হইবে (Ka মান যত বেশী হইবে) অ্যাসিড তত তীব্র হইবে।

```
H—C—O—H            H3C—C—O—H
   ‖                   ‖
   O                   O
```

যদিও তাড়িত-ঋণাত্মকতার মান বিচার করিলে দেখা যায় যে $-CH_3$ গ্রুপ H হইতে বেশী তাড়িত-ঋণাত্মক কিন্তু যখন $-CH_3$ গ্রুপ কোন অসম্পৃক্ত কার্বনের সহিত যুক্ত থাকে তখন উহা হাইড্রোজেনের তুলনায় বেশী ইলেকট্রন ছাড়িয়া দেয়। অ্যাসেটিক অ্যাসিডে $-CH_3$ গ্রুপ ইলেকট্রন ছাড়িয়া দেয় বলিয়া $-CH_3$ ও Cএর মধ্যেকার বন্ধের ইলেকট্রনগুলি কার্বনের বেশী

কাছাকাছি আকৃষ্ট হইবে আবার কার্বন অক্সিজেনের মধ্যে অক্সিজেন বেশী তাড়িত-ঋণাত্মক বলিয়া কার্বন অক্সিজেনের মধ্যেকার বন্ধের ইলেকট্রন অক্সিজেনের দিকে বেশী আকৃষ্ট হইবে ; ফলে অক্সিজেন হাইড্রোজেন বন্ধের ইলেকট্রন হাইড্রোজেনের কাছাকাছি থাকিবে ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের আয়নিত হইবার ক্ষেত্রে বাধা সৃষ্টি করিবে কিন্তু ফরমিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে তাহা হইবে না। ফরমিক অ্যাসিড অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে বেশী তীব্র হওয়ার প্রধান কারণ সম্ভবতঃ এই যে ফরমেট অ্যানায়ন তাহার চারিধারে দ্রাবক অণুর জন্য বেশী স্থান সংকুলান করিতে পারে। ফলে ফরমেট অ্যানায়ন অ্যাসিটেট অ্যানায়ন হইতে বেশী স্থায়ী হয়।

$$H \rightarrow \underset{\underset{O}{\|}}{C} \rightarrow O \rightarrow H \qquad H_3C \rightarrow \underset{\underset{O}{\|}}{C} \rightarrow O \rightarrow H$$

নিম্নের অ্যাসিডগুলির pKa মান ও উহাদের মধ্যে যে বিশেষ মৌল বা মূলক রহিয়াছে তাহাদের তাড়িত-ঋণাত্মকতা বিচার করিলে ইনডাকটিভ এফেক্টের প্রভাব স্পষ্ট হইবে।

$FCH_2.COOH$	2·66	$HCOOH$	3·77
$ClCH_2.COOH$	2·86	$H_3C.COOH$	4·76
$Br\,CH_2.COOH$	2·86	$H_3C.CH_2.COOH$	4·88
$I\,CH_2.COOH$	2·12	$H_3C.(CH_2)_n.COOH$	
$Cl_2\,CH.COOH$	1·29		4·82-·495
$Cl_3C.COOH$	0·65		

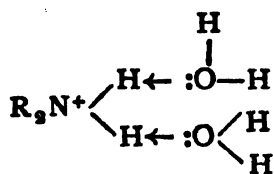
আবার একটি ক্রিয়াশীলমূলক হইতে (Functional Group) কোন একটি মৌলের বা গ্রুপের অবস্থানের বিভিন্নতার জন্য ইনডাকটিভ এফেক্ট পৃথক হইবে এবং সেই মৌল বা গ্রুপ যত দূরে থাকিবে ততই ইনডাকটিভ এফেক্ট কমিয়া যাইবে এবং pKa মান বাড়িতে থাকিবে।

$Cl.CH_2.CH_2.CH_2.COOH$	4·52
$CH_3.CHCl.CH_2.COOH$	4·06
$H_3C.CH_2.CHCl.COOH$	2·80

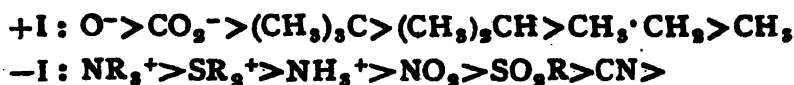
অনুরূপভাবে অ্যামাইনের ক্ষারকীয়তাও ইনডাকটিভ এফেক্টের আলোকে বিচার করা যায়।

	pKb
NH_3	4·75
$MeNH_2$	3·36
Me_2NH	3·23
Me_3N	4·20
$Et\ NH_2$	3·33
$Et_2\ NH$	3·07
$Et_3\ N$	3·12

$_pK_b$ মান বিচার করিলে মনে হইবে উহা ইনডাকটিভ এফেক্ট মানিয়া চলিতেছে না কিন্তু $_pK_b$ মান শুধু ইহার উপর নির্ভর করে না। H^+ গ্রহণ করিবার পর অ্যামাইন যে ক্যাটায়ন তৈরী করে যেমন RN^+H_3, $R_2N^+H_2$, R_3N^+H তাহাদের কতকটা সলভেসন (Solvation) হয় তাহার উপরও নির্ভর করে। জল ও ক্যাটায়নের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন (Hydrogen bonding) ক্যাটায়নের সলভেসন হয়।

$$R_2N^+\begin{cases} H\leftarrow :\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{O}-H \\ H\leftarrow :O\langle^{H}_{H} \end{cases}$$

যে গ্রুপ বা মৌল ইলেকট্রন আকর্ষণ করে তাহাদের ইলেকট্রন-গ্রাহী (Electron-attracting) বলা হয় এবং উহাদের ক্ষেত্রে ইনডাকটিভ এফেক্ট $-I$ দিয়া সূচিত হয়। আবার যে গ্রুপ বা মৌল ইলেকট্রন পরিত্যাগ করে তাহাদের ইলেকট্রন-পরিত্যাগী (Electron-releasing) বলা হয় এবং ইনডাকটিভ এফেক্ট $+I$ দিয়া সূচিত হয়। গ্রুপ বা মৌল বা আয়নের ক্রমহ্রাসমান ইনডাকটিভ এফেক্ট অনুসারে বসাইয়া নিয়ে দুইটি সারি দেখানো হইল।

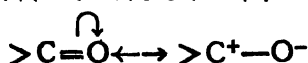
$+I: O^- > CO_2^- > (CH_3)_3C > (CH_3)_2CH > CH_3 \cdot CH_2 > CH_3$

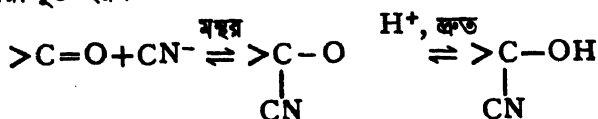
$-I: NR_3^+ > SR_2^+ > NH_3^+ > NO_2 > SO_2R > CN >$
$COOH > F > Cl > Br > I > OR > OH$

বর্তমানে কেহ কেহ ইনডাকটিভ এফেক্টকে আমল না দিয়া এই ধরনের ঘটনার জন্য ক্ষেত্র-প্রভাবকে (Field-effect) দায়ী করেন।

ইলেকট্রোমেরিক এফেক্ট (Electromeric effect) :

ইলেকট্রোমেরিক এফেক্ট অস্থায়ী ; আক্রমণকারী বিকারকের প্রয়োজনে এই প্রভাবটি কাজ করে। বিকারক সরাইয়া লইলে এই এফেক্টও চলিয়া যাইবে। কোন যৌগে দুইটি পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধ বা ত্রিবন্ধ থাকিলে ঐ পরমাণু দুইটির মধ্যেকার যে ইলেকট্রনযুগল উভয়েই ভাগাভাগি করিয়া নেয় বিকারকের উপস্থিতিতে তাহা যে কোন পরমাণুতে পুরাপুরি স্থানান্তর ঘটিবে।

একটি উদাহরণ দিয়া বুঝাই। কার্বনিল যৌগে (Carbonyl compound) HCN যোগ করার সময় এই এফেক্ট চোখে পড়ে।

$$>C{=}O \longleftrightarrow >C^{+}{-}O^{-}$$

কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে অক্সিজেন বেশী তাড়িত-ঋণাত্মক বলিয়া বিকারক HCN যোগ করার সাথে সাথে কার্বন ও অক্সিজেন বন্ধের π ইলেকট্রন যুগল পুরাপুরি অক্সিজেন টানিয়া লইবে। ফলে কার্বনিল গ্রুপে (Carbonyl group) দুইটি বিভিন্ন কেন্দ্র তৈরী হইল ; একটি ধনাত্মক কেন্দ্র ও অপরটি ঋণাত্মক কেন্দ্র। যেহেতু নিউক্লিয়াসপ্রিয় (Nucleophile) বিকারক সহজেই কার্বনিল যৌগে (Carbonyl Compound) যোগ করা যায় সুতরাং এ কথা বলা যায় আক্রমণকারী বিকারক ধনাত্মক কেন্দ্র আক্রমণ করিবে। কিভাবে এই যৌগটি নিউক্লিয়াসপ্রিয় হইল তাহা জানা দরকার। $C{\equiv}N^{-}$ এর কার্বনে একটি নিঃসঙ্গী (lone) ইলেকট্রন যুগল রহিয়াছে কিন্তু H^{+} তাহা নাই। সুতরাং H^{+} হইতে CN^{-} বেশী সক্রিয়। তাই CN^{-} ধনাত্মক কার্বন কেন্দ্রে আসিয়া যুক্ত হয়।

$$>C{=}O + CN^{-} \underset{}{\overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons}} >\underset{\large CN}{\overset{|}{C}}{-}O \quad \overset{H^{+},\ \text{দ্রুত}}{\rightleftharpoons} >\underset{\large CN}{\overset{|}{C}}{-}OH$$

HCN যোগ করিবার সময় দেখা গিয়াছে যে অ্যাসিডের উপস্থিতি বিক্রিয়ার হারকে মন্থর করে কিন্তু ক্ষারের উপস্থিতি বিক্রিয়ার হারকে ত্বরান্বিত করে। সুতরাং ইহা নিঃসন্দেহে প্রমাণিত CN^{-} প্রথম কার্বনিল যৌগ আক্রমণ করে।

অনুনাদ (Resonance) :

যখন একটি সংযুতি সঙ্কেত (Structural formula) দিয়া কোন যৌগের সমস্ত বিক্রিয়া বুঝাইতে পারা যায় না তখন দুই বা ততোধিক সংযুতি সঙ্কেত

দিয়া উহার বিক্রিয়াগুলি বুঝাইবার চেষ্টা করা হয় এবং বলা হয় যে যৌগের সত্যিকারের সংযুতি সঙ্কেত কোন একটি নয়, সমস্ত সংযুতি সঙ্কেতের মাঝামাঝি একটা কিছু। এই সংযুতি সঙ্কেতের প্রত্যেকটিকে অনুনাদিক সংযুতি সঙ্কেত (Resonating structure বা Cannonical form বা Lewis structure) বলা হয়। যৌগের সত্যকারের সংযুতি সঙ্কেতকে অনুনাদিক সঙ্কর (Resonating hybrid) বলে। এই ধরনের ঘটনাকে অনুনাদ (অ্যামেরিকানরা Resonance, ব্রিটিশরা বা জার্মানরা Mesomerism) বলে।

অনুনাদের শর্ত সম্পর্কে Wheland বলেন (1) অনুনাদ শুধু সেইসব সংযুতি সংকেতের মধ্যেই হইবে যাহাদের ক্ষেত্রে সমস্ত পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পারস্পরিক অবস্থান সমান বা প্রায় সমান।

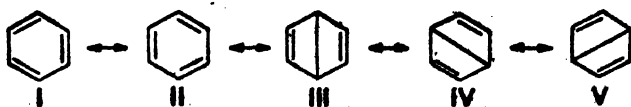
[Resonance can occur only between structures that correspond to the same or to very nearly the same relative positions of all the atomic nuclei.]

(2) যে সব সংযুতি সঙ্কেতের ইলেকট্রনের অবস্থানের বিরাট পার্থক্য বিত্তমান সেইসব সংযুতি সঙ্কেতের মধ্যে অনুনাদ হইতে পারে।

[Resonance can occur between structures which differ too widely in the positions of the electrons.]

(3) পূর্বোক্ত শর্তগুলি মানিয়া চলিলে সাধারণভাবে অনুনাদ অবশ্যই সংঘটিত হইবে। কিন্তু সংযুতি সঙ্কেতগুলির স্থায়িত্ব সমান বা প্রায় সমান হইলেই অনুনাদ গুরুত্ব পাইবে।

[Whenever the preceding conditions are satisfied resonance must, in general, occur but it can be of importance only if the various structures involved are of the same or nearly the same stability (that is energy)]।

একটি উদাহরণ দেওয়া হইল। বেঞ্জিনের জন্ত নিম্নলিখিত অনুনাদিক সংযুতি সঙ্কেত লেখা যাইতে পারে।

I ⟷ II ⟷ III ⟷ IV ⟷ V

তরঙ্গ সমীকরণ হইতে (Wave equation) দেখা যায় যে বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে একটি সংকেত ব্যবহার না করিয়া যদি উপরিউক্তগুলি গ্রহণ করা যায় তবে বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে শক্তির মান (energy value) সবচেয়ে কম হয়। বেঞ্জিনের প্রত্যাকারের সংযুতি সংকেতের শক্তির মানে I ও II প্রত্যেকের 39% করিয়া ও III, IV এবং V প্রত্যেকের 7·3% করিয়া অংশ থাকে।

উত্তাপ-রাসায়নিক গণনা (Thermo-chemical Calculation) হইতেও বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে অনুনাদের প্রমাণ পাওয়া যায়। সাইক্লোহেক্সিনকে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করিলে 28·8 K cal/mole উত্তাপ উৎপন্ন হয়। সুতরাং বেঞ্জিনের তিনটি অন্তরিত দ্বিবন্ধ (alternate double bonds) হাইড্রোজেন যুক্ত করিয়া তুলিয়া ফেলিলে 28·8 K cal/mole × 3 বা 86·4 K cal/mole উত্তাপ হিসাবমত উৎপন্ন হইবার কথা। কিন্তু বেঞ্জিনকে হাইড্রোজেন যুক্ত করিলে পরীক্ষায় 49·8 K cal/mole উত্তাপ উৎপন্ন হয়। সুতরাং হিসাব হইতে 36·6 K cal/mole (86·4 K cal/mole—49·8 K cal/mole) উত্তাপ কম উৎপন্ন হইবার কারণ হইল অনুনাদ। বেঞ্জিন অণু 36·6 K cal/mole শক্তিদ্বারা স্থায়ী। যে পরিমাণ শক্তিদ্বারা বেঞ্জিন স্থায়ী হইল সেই শক্তিকে অনুনাদ শক্তি (Resonance energy) বা অনির্দেশক শক্তি (delocalisation energy) বলে।

বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে অনুনাদের আর একটি প্রমাণ বন্ধ-দূরত্ব (bond distance)। এক্স-রে (X-ray) বিশ্লেষণে জানা গিয়াছে যে বেঞ্জিনের সমস্ত C – C বন্ধ-দৈর্ঘ্য সমান এবং তাহা 1·397A°। ইহা একটি C – C একবন্ধ (বন্ধ-দৈর্ঘ্য 1·54A°) ও একটি C – C দ্বিবন্ধ (বন্ধ-দৈর্ঘ্য 1·33A°) দৈর্ঘ্যের মধ্যে পড়ে। যদি বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে অনুনাদ না হইত তবে উহাতে দুই প্রকারের বন্ধ-দৈর্ঘ্য ধরা পড়িত। প্রত্যেকটি বন্ধ একবন্ধ ও দ্বিবন্ধের দৈর্ঘ্যের মধ্যে থাকায় বেঞ্জিন যুত-যৌগ ও প্রতিস্থাপিত-যৌগ দুইই গঠন করে।

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে 1963 সালে Tamelen ও অন্যান্যরা ডেওয়ারের বেঞ্জিন (Dewar's Benzene) যাহাকে বাইসাইক্লো [2, 2, 0] হেক্সাডাইন বলে তাহা তৈরী করিয়াছেন।

Wheland অনুনাদিক সঙ্কর ও অনুনাদিক সংযুতি সংকেত সম্পর্কে একটি তুলনা করেন। মধ্যযুগে একজন পরিব্রাজক সর্বপ্রথম একটি গণ্ডার দেখিয়া উহাকে ড্রাগন (Dragon) ও ইউনিকর্ণের (Unicorn) মাঝামাঝি

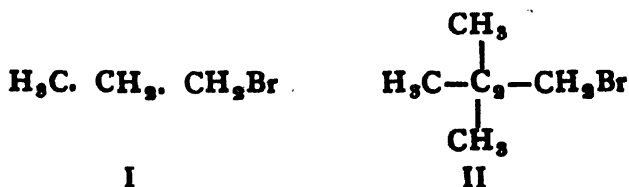
একটি কিছু হিসাবে কল্পনা করেন। বেঞ্জিন অণুর সংযুতি সঙ্কেতকে গণ্ডারের সহিত তুলনা করা হইয়াছে। উভয়েরই সত্যিকারের অস্তিত্ব রহিয়াছে। কিন্তু বেঞ্জিন অণুর সংযুতি সঙ্কেতকে কেকুল (Kekule) ও ডেওয়ারের (Dewar) সংযুতি সঙ্কেত দিয়া বর্ণনা করা হয় যাহারা সত্যিকারের ড্রাগন ও ইউনিকর্ণের মতই অস্তিত্ববিহীন।

আকাশ-বিন্যাসজনিত বাধা (Steric Hindrance) :

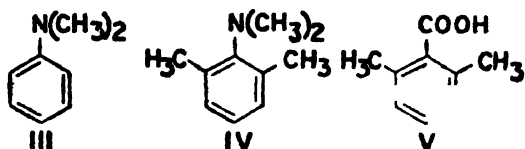
কোন অণুর মধ্যস্থিত পরমাণুগুলির আকাশ-বিন্যাস এমনই যে কোন বিকারকের সহিত উক্ত অণুর বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে কখনও বাধা সৃষ্টি হয়। এই প্রকার বাধাকে আকাশ-বিন্যাসজনিত বাধা বলা হয়।

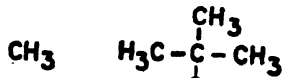
উদাহরণস্বরূপ প্রোপাইল ব্রোমাইড (Propyl bromide) I ও নিয়ো-পেনটাইল ব্রোমাইডের (Neo-pentyl bromide) II কথা বলি। উভয়েই C_2H_5ONa ও C_2H_5OH এর সহিত বিক্রিয়া করে। বিক্রিয়াটিকে S_N2 (Substitution Nucleophilic Bimolecular) কৌশলে চলিবার অবস্থা সৃষ্টি করা হয়। দেখা যায় যে প্রথমোক্ত যৌগটির বিক্রিয়ার গতি হইতে প্রায় 100,000 গুণ বেশী। কারণ আকাশ-বিন্যাসজনিত বাধা। S_N2 বিক্রিয়ায় বিকারক পশ্চাৎদিক হইতে বিক্রিয়ককে আক্রমণ করে। যেহেতু নিয়ো-পেনটাইল ব্রোমাইডের 2নং কার্বনে তিনটি মিথাইল মূলক (methyl radical) যুক্ত সুতরাং বিকারক পশ্চাৎদিক হইতে আক্রমণ করিতে যাইয়া বাধাপ্রাপ্ত হয়। অপরপক্ষে প্রোপাইল ব্রোমাইডের ক্ষেত্রে সে ধরনের কোন বাধা সৃষ্টি হয় না।

$$H_3C.\ CH_2.\ CH_2Br \qquad\qquad H_3C-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C_2}}}}-CH_2Br$$

I II

কোন প্রতিস্থাপক (Substituent) কোন অ্যারোমেটিক যৌগের প্যারা ও মেটা অবস্থানে না থাকিয়া অর্থো-অবস্থানে থাকিলে উক্ত যৌগ বিকারকের সহিত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রতিবন্ধক সৃষ্টি করে। N,N—ডাইমিথাইল অ্যানিলিন III। CH_3 এর সহিত কোয়ার্টার্নারী অ্যামোনিয়াম লবণ

(quaternary amnonium salt) তৈরী করে কিন্তু 2, ৪—ডাইমিথাইল অ্যানিলিন IV লবণ তৈরী করে না। কারণ ঐ আকাশ-বিন্যাস জনিত বাধা। অনুরূপ ফল দেখা গিয়াছে অ্যাসিডের এষ্টার করণের (Esterification) বেলাতেও। বেনজোয়িক অ্যাসিড হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে অ্যালকোহলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কিন্তু 2, 6— ডাইমিথাইল বেনজোয়িক অ্যাসিড V প্রায় বিক্রিয়া করে না বলা যায়।

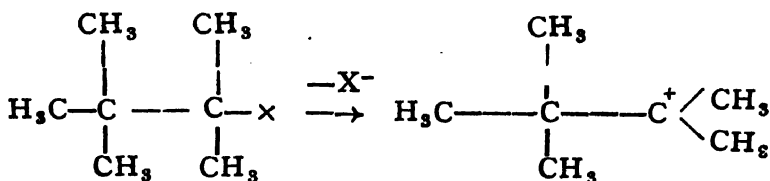
$N(CH_3)_2$ (III) $\quad$ H_3C, $N(CH_3)_2$, CH_3 (IV) $\quad$ H_3C, COOH, CH_3 (V)

টলুইন (Toluene) ও টার্ট-বিউটাইল বেঞ্জিনের (tert.-butyl benzene) মধ্যে টলুইন সহজে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে প্রতিস্থাপক বসাইতে পারে। কারণ টার্ট-বিউটাইল বেঞ্জিন অন্য গ্রুপের অনুপ্রবেশে বাধা সৃষ্টি করে।

$CH_3 \qquad H_3C-\overset{CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_3$

কার্বনের যোজ্যতা কোণ (Valency angle) যদি 109°28′ ধরা হয় তাহা হইলে সাইক্লোহেক্সেনের ক্ষেত্রে দুই প্রকার মডেল তৈরী করা যায়। একটিকে চেয়ার কনফর্মেশন (Chair Conformation) অপরটিকে বোট কনফর্মেশন (Boat Conformation) বলা হয় (চিত্র 31)। সাইক্লোহেক্সেনের এই দুই প্রকার কনফর্মেশন পৃথক করা যায় না কেননা উহারা পরস্পর পরস্পরের মধ্যে আন্তঃপরিবর্তনীয়। কিন্তু চেয়ার কনফর্মেশন বেশী স্থায়ী। বোট কনফর্মেশনে 1, 4-হাইড্রোজেনগুলি কাছাকাছি থাকে ও তাহাদের মধ্যে বিক্রিয়ার সৃষ্টি হয় ও আকাশ-বিন্যাসজনিত বাধা আসে। তাই বোট কনফর্মেশন অস্থায়ী।

ইলেকট্রন ও এক্স-রে ডিফ্রাকসন পরীক্ষায় (Electron and X-ray diffraction experiment) জানা যায় যে সাইক্লোঅক্টাটেট্রাইন অণুতে একান্তর বন্ধ দৈর্ঘ্য (Alternate bond distance) 1·334A° ও 1·462A°

রহিয়াছে এবং অণু সমতলে অবস্থিত নয়। ফলে p-অরবাইটালগুলি (p-orbitals) অসমতল ক্ষেত্রে ভাল করিয়া প্রাবরণ (overlap) করিতে পারে না এবং বেশী করিয়া অনির্দেশ (delocalisation) হইবে না। সাইক্লো-অক্টাটেট্রাইন সমতলে অবস্থিত হইলে উহার ক্ষেত্রে কোণ-টান (Angle strain) এত বেশী হইত যে উহা অণুনাদ-শক্তিকে (Resonance energy) অতিক্রম করিয়া যাইত। ইহাকে অণুনাদে-আকাশ বিন্যাস জনিত বাধা (Steric Inhibition of Resonance) বলে।

ঐ ধরনের বাধা S_N1 (Substitution Nucleophilic Unimolecular) বিক্রিয়ায় তুলনামূলকভাবে তেমন গুরুত্বপূর্ণ নয়। কারণ উহা নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের উপর নির্ভরশীল নয়। বরং আকাশ-বিন্যাস জনিত ত্বরণ (steric acceleration) কখনও কখনও সম্ভব। সমতলে অবস্থিত ক্যাটায়ন তৈরী করার ফলে উক্ত বাধা অপসারিত হয় এবং বিকারক অনায়াসেই

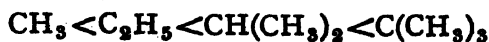
$$H_3C-\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{C}}-\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{C}}-X \xrightarrow{-X^-} H_3C-\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{C}}-\overset{+}{C}\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$$

যে কোন দিক হইতে আক্রমণ করিতে পারে।

হাইপার কনজুগেশন (Hyper conjugation):

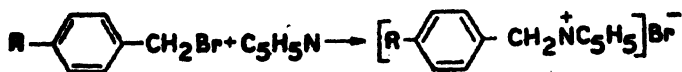
গ্যাসীয় অবস্থায় নিম্নলিখিত অ্যালকিল বেনজিনগুলির দ্বিঞ্চব ভ্রামক (dipole moment) নিম্নরূপ।

$Ph\ CH_3$	0·37
PhC_2H_5	0·58
$Ph\ CH(CH_3)_2$	0·65
$Ph\ C(CH_3)_3$	0·70

অর্থাৎ অ্যালকিল মূলকগুলিকে ইনডাকটিভ এফেক্ট অনুসারে সাজাইলে দাঁড়ায়।

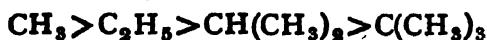
$$CH_3 < C_2H_5 < CH(CH_3)_2 < C(CH_3)_3$$

কিন্তু বেকার ও নাথন (Baker & Nathan) 1935 সালে কোন কোন বিক্রিয়ায় অ্যালকিল মূলকগুলির উপরিউক্ত প্রভাবের ঠিক বিপরীত প্রভাব লক্ষ্য করিলেন। পরবর্তীকালে Mulliken এই প্রভাবের নাম দিলেন হাই-

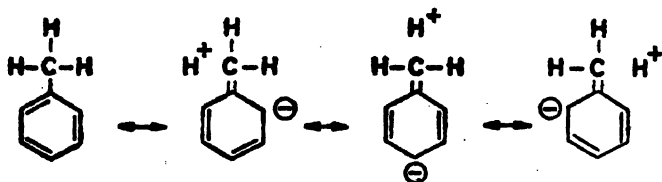
পারকনজুগেশন। 20°C উষ্ণতায় অ্যাসিটোন দ্রাবকে বেনজাইল ব্রোমাইডের প্যারা-অবস্থানে বিভিন্ন অ্যালকিল মূলক বসাইয়া উহাদের সহিত পিরিডিনের বিক্রিয়া ঘটাইয়া উহাদের বিক্রিয়ার হার সম্পর্কে পরীক্ষা নিরীক্ষা চালান।

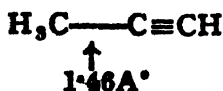
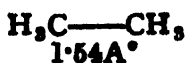
$$R-C_6H_4-CH_2Br + C_5H_5N \longrightarrow [R-C_6H_4-CH_2\overset{+}{N}C_5H_5]Br^-$$

বিক্রিয়ার হার সম্পর্কে যে উপাত্ত (data) পাওয়া গিয়াছিল তাহা নিম্নে দেওয়া হইল।

R	$k\times 0^4$
CH_3	2·02
C_2H_5	1·81
$CH(CH_3)_2$	1·63
$C(CH_3)_3$	1·65

অর্থাৎ অ্যালকিল মূলকের ইলেকট্রন ত্যাগ করার ক্ষমতা নিম্নরূপ

$$CH_3 > C_2H_5 > CH(CH_3)_2 > C(CH_3)_3$$

অ্যালকিল মূলক অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াসে যুক্ত থাকিলে এই ব্যাপারটি চোখে পড়ে। কারণ হিসাবে তাঁহারা বলেন যে H—C বন্ধের (bond) δ-ইলেকট্রন অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াসের দ্বিবন্ধের π-ইলেকট্রনের সহিত অনুবন্ধী (conjugated) হয়। সুতরাং মিথাইল মূলকের তিনটি H—C বন্ধের δ-ইলেকট্রনকে নিউক্লিয়াস টানিতে থাকে। ফলে বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়।

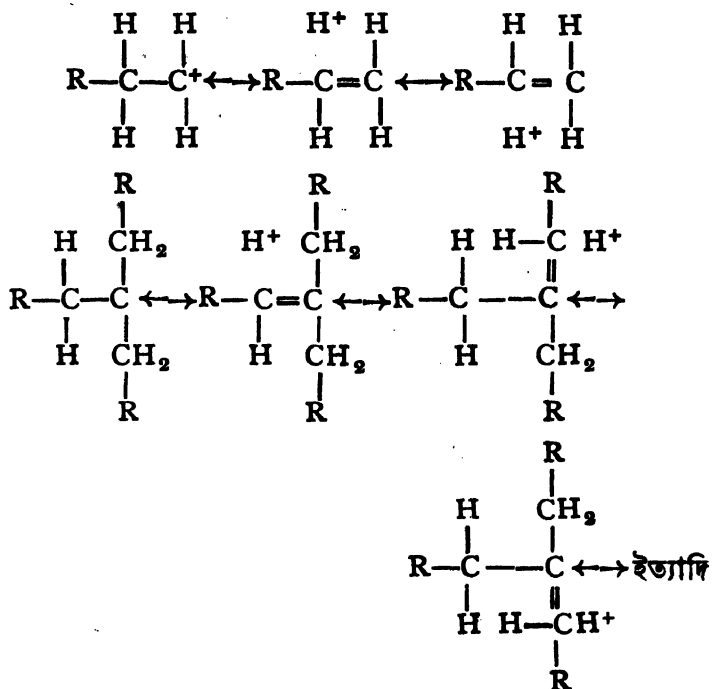
$$C_6H_5CH_3 \longleftrightarrow H^+\ \overset{\ominus}{C_6H_5}{=}CH_2 \longleftrightarrow H^+\ \overset{\ominus}{C_6H_5}{=}CH_2 \longleftrightarrow \overset{\ominus}{C_6H_5}{=}CH_2\ H^+$$

হাইপারকনজুগেশনের সাহায্যে বিভিন্ন ভৌতিক উপাত্ত (Physical data) বুঝাইতে পারা যায়।

$$\underset{1\cdot54A^\circ}{H_3C—CH_3} \qquad \underset{1\cdot46A^\circ}{H_3C—C{\equiv}CH}$$

ইথেনে কার্বন-কার্বন বন্ধ-দৈর্ঘ্য 1·54A° কিন্তু প্রপাইনে (Propyne) কার্বন-

কার্বন বন্ধ-দৈর্ঘ্য 1·46A°। ইহার কারণ হাইপারকনজুগেশন বা σ, π-অনুবন্ধন। তাহা ছাড়া অনুনাদের মত হাইপারকনজুগেশন একটি অণুকে স্থায়িত্ব (Stability) আনিয়া দেয়। এক্ষেত্রে প্রপাইনকে স্থায়িত্ব আনিয়া দিয়াছে। প্রপাইনে হাইড্রোজেন যুক্ত করার উত্তাপ (Heat of hydrogenation) তাত্ত্বিক মান (Theoretical Value) হইতে কম।

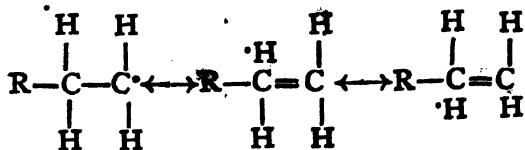
কার্বনিয়াম আয়নের স্থায়িত্ব হাইপারকনজুগেশনের সাহায্যে বুঝাইতে পারা যায়।

```
      H  H          H⁺ H           H  H
      |  |             |           |  |
   R—C—C⁺ ←→ R—C=C  ←→ R—C= C
      |  |          |  |              |
      H  H          H  H           H⁺ H
```

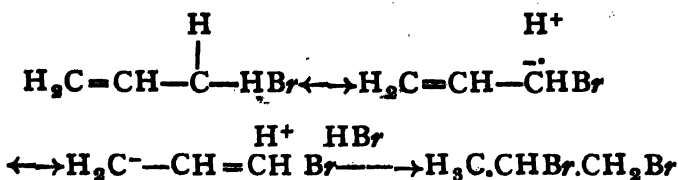
```
        R              R              R
        |              |              |
   H   CH₂       H⁺  CH₂       H  H—C  H⁺
   |    |              |        |     ||
R—C—C  ←→ R—C=C  ←→ R—C ——C ←→
   |    |        |     |        |     |
   H   CH₂       H   CH₂       H    CH₂
        |              |              |
        R              R              R

                                      R
                                      |
                               H     CH₂
                               |      |
                            R—C ——C ←→ ইত্যাদি
                               |      ||
                               H  H—CH⁺
                                      |
                                      R
```

প্রাইমারী কার্বনিয়াম আয়ন হইতে টার্সিয়ারী কার্বনিয়াম আয়ন বেশী স্থায়ী কেননা এক্ষেত্রে অনেকগুলি অনুনাদিক সঙ্কেত (Cannonical forms) লিখিতে পারা যায়।

ফ্রি র‍্যাডিক্যালের স্থায়িত্বও হাইপারকনজুগেশন দিয়া বুঝাইতে পারা যায়।

```
      H  H              H          H  H
      |  |        ·H    |          |  |
   R—C—C· ←→ R—C=C  ←→ R—C=C
      |  |          |   |       ·H   H
      H  H          H   H
```

এক্ষেত্রেও টার্সিয়ারী ফ্রি র‍্যাডিক্যল প্রাইমারী ফ্রি র‍্যাডিক্যল হইতে বেশী স্থায়ী।

অ্যাসাইল ব্রোমাইড ও হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের বিক্রিয়ায় 1, 2-ডাইব্রোমাইড তৈরী হয়। হাইপারকনজুগেশনের সাহায্যে এই বিক্রিয়া বুঝাইতে পারা যায়।

$$H_2C=CH-\overset{\overset{H}{|}}{C}-HBr \longleftrightarrow H_2C=CH-\overset{H^+}{\ddot{C}}HBr$$

$$\longleftrightarrow H_2C^- -CH=\overset{H^+}{C}H\ Br \xrightarrow{HBr} H_3C.CHBr.CH_2Br$$

এক্ষেত্রে ব্রোমিনের ইনডাকটিভ এফেক্ট হইতে হাইপারকনজুগেশন বেশী শক্তিশালী বলিয়া 1, 2— ডাইব্রোমাইড তৈরী হয় নতুবা 1, 3— ডাইব্রোমাইড তৈরী হইত।

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে বর্তমানে তড়িৎ-উদাসী অণুর ভূমি-অবস্থায় (Ground state) হাইপারকনজুগেশন অত্যন্ত প্রয়োজনীয় বলিয়া মনে করা হয় না। তবে কার্বনিয়াম আয়ন বা ফ্রী র‍্যাডিক্যালের ক্ষেত্রে ও অণুর উত্তেজিত অবস্থায় (excited state) হাইপারকনজুগেশন অত্যন্ত প্রয়োজনীয় বলিয়া মনে করা হয়।

হাইড্রোজেন বন্ধনী (Hydrogen bonding) :

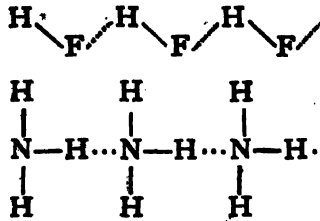
দুইটি অণুর দুইটি পরমাণুর মধ্যে বা একটি অণুর দুইটি পরমাণুর মধ্যে হাইড্রোজেন কখনও কখনও একটি দুর্বল মিলনসেতু রচনা করে। এই ধরনের মিলনসেতুকে হাইড্রোজেন বন্ধনী বা হাইড্রোজেন সেতু বলে। ইহা আংশিক রেখা (broken lines) দিয়া বুঝানো হয়। হাইড্রোজেন দুইটি ঋণাত্মক তড়িৎধর্মী (electronegative) অক্সিজেন পরমাণু বা নাইট্রোজেন পরমাণু বা ক্লোরিন পরমাণুর মধ্যে মিলন সেতু রচনা করিতে পারে।

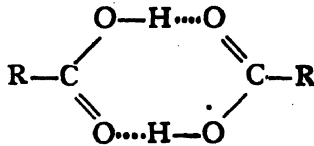
কোন একটি অ্যালকোহলের একটি অণুর সহিত যুক্ত হাইড্রোজেন অপর একটি অ্যালকোহলের অণুর অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেন বন্ধনী তৈরী করে। এইরূপ বন্ধনীর প্রভাবে অ্যালকোহলের অসংখ্য অণু সংগুণিত (associated) হইয়া থাকে।

$$R-O-H\cdots\cdots\overset{\overset{R}{|}}{O}-H\cdots\cdots\overset{\overset{R}{|}}{O}-H\cdots\cdots\overset{\overset{R}{|}}{O}-H\cdots\cdots$$

অনুরূপভাবে অ্যামোনিয়া অণু বা HF অ্যাসিড অণুর *n*-সংখ্যক সংগুণিত হয়।

```
H     H     H
 \   / \   / \
  F..   F..   F/
```

```
H      H      H
|      |      |
N—H···N—H···N—H·
|      |      |
H      H      H
```

কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে দুইটি অণুতে সংগুণিত হয়।

```
       O—H····O
      /        \\
R—C              C—R
      \\        /
       O····H—O
```

সাধারণ সমযোজী বন্ধের (Covalent bond) তুলনায় হাইড্রোজেন বন্ধনী অনেক বেশী দুর্বল। নিম্নে কতকগুলি বন্ধের গড় সংগঠন তাপ (Average heat of formation) দেওয়া হইল।

বন্ধ	গড় সংগঠন তাপ (কিলো-ক্যালরি / মোল)
C—C	82·6
C—H	98·7
C—O	85·5
O—H	110
—H····O<	6

উপরি উক্ত উপাত্ত (data) হইতে এই বন্ধের দুর্বলতা সহজেই অনুমেয়।

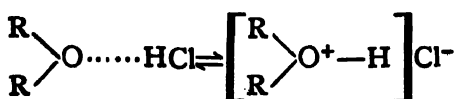
যতদূর জানা গিয়াছে তাহাতে দেখা যায় যে H থাকে একটি সরলরেখায় অপর দুইটি পরমাণুর মধ্যস্থলে এবং 15°C উষ্ণতার মধ্যে এই বন্ধনী তৈরী হয়। হাইড্রোজেন বন্ধনীর অপর দুইটি পরমাণু হইতে সমান দূরত্ব বজায় রাখে না। বরফে O—H এর দূরত্ব ·97A° কিন্তু H····O-এর দূরত্ব 1·79A°। হাইড্রোজেন বন্ধনী সবচেয়ে শক্তিশালী হয় HF অ্যাসিড ও কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের মধ্যে।

নিম্নে কতকগুলি উদাহরণ দিয়া হাইড্রোজেন বন্ধনী যে বিভিন্ন যৌগে

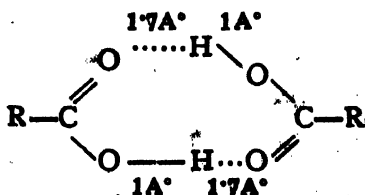
ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম যেমন গলনাংক, স্ফুটনাংক, দ্রবনীয়তা, স্থায়িত্ব, বর্ণালী (Spectra) ইত্যাদি প্রভাবিত করে তাহা আলোচিত হইল।

(i) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলগুলির (Monohydric alcohol) স্ফুটনাংক অনুরূপ অ্যালকেন (alkane) হইতে বেশী হয় কারণ অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে আণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনীর (Intermolecular hydrogen bonding) দ্বারা অণু সংগুণিত হয়। ইথাইল অ্যালকোহল সাধারণ উষ্ণতায় তরল এবং স্ফুটনাংক 78·3C° কিন্তু ইথেন সাধারণ উষ্ণতায় গ্যাস এবং স্ফুটনাংক −88·6°C। হাইড্রক্সিল মূলকের (−OH) চারিপাশে কম অ্যালকিল মূলক (alkyl radical) থাকিলে অণুর সংগুণিত হওয়ার সম্ভাবনা বেশী। ফলে স্ফুটনাংক বাড়িবে। তাই একই সংখ্যক কার্বনযুক্ত অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে প্রাইমারী অ্যালকোহল সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল বা টার্সিয়ারী অ্যালকোহল হইতে বেশী উষ্ণতায় ফুটে। আবার অপরদিকে গলনাংক টার্সিয়ারী অ্যালকোহলের সবচেয়ে বেশী।

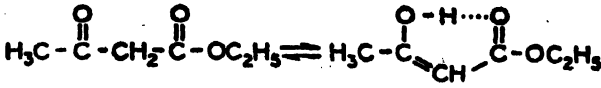
ইথার হাইড্রোজেন বন্ধনীর ফলেই HCl এর সহিত ক্ষণস্থায়ী যৌগ তৈরী করে। ঐ যৌগের কিয়দংশ আবার অক্সোনিয়াম আয়নে বিরাজ করে।

$$R_2O\cdots\cdots HCl \rightleftharpoons [R_2O^{+}—H]Cl^{-}$$

কার্বক্সিলিক অ্যাসিডগুলি (Carboxylic acid) তরল অবস্থায় হাইড্রোজেন বন্ধনীর ফলে দুই অণু মিলিয়া সংগুণিত অবস্থায় থাকে কিন্তু দ্রবণে বা গ্যাসীয় অবস্থায় সংগুণিত অবস্থায় থাকে না। কার্বক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেন নিজস্ব অক্সিজেন হইতে 1A° দূরত্বে থাকে কিন্তু অপর অণুর অক্সিজেন হইতে 1·7A° দূরত্বে থাকে।

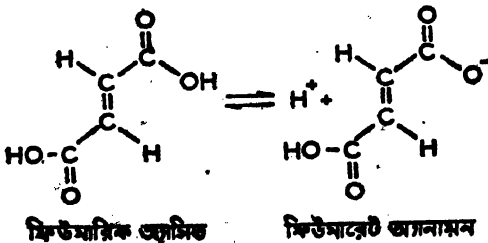
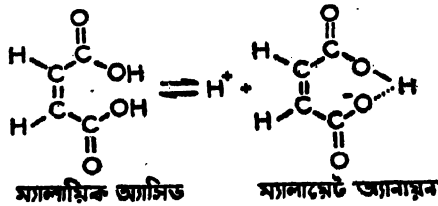
$$R—C(=O)—O—H\cdots O=C(—R)—O—H\cdots O$$

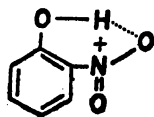
(1·7A°, 1A° ; 1A°, 1·7A°)

(ii) আন্তরাণব হাইড্রোজেন বন্ধনীর (Intramolecular hydrogen bonding) ফলে অণুর স্থায়িত্ব বাড়ে।

ইথাইল অ্যাসিটো অ্যাসিটেট যে দ্রবণে এনল (Enol) অবস্থায় বেশী পরিমাণে থাকে তাহা আন্তরাণব হাইড্রোজেন বন্ধনীর জন্যেই।

$$H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OC_2H_5 \rightleftharpoons H_3C-\overset{O-H\cdots O}{C{=}CH-\overset{\|}{C}}-OC_2H_5$$

প্রথম আয়ন-ধ্রুবক পর্যন্ত (ionisation constant) pk_a মান ম্যালায়িক অ্যাসিডের (Maleic acid) 1·92 ও ফিউমারিক অ্যাসিডের 3·02। সুতরাং নিঃসন্দেহে প্রথম আয়ন ধ্রুবক পর্যন্ত ম্যালায়িক অ্যাসিড ফিউমারিক অ্যাসিড হইতে তাড়াতাড়ি মনো অ্যানায়নে পরিণত হয়। ম্যালায়েট অ্যানায়ন ও ফিউমারেট অ্যানায়নের গঠনসংকেত অভিন্ন হইলেও ম্যালায়েট অ্যানায়নের আকাশ-বিন্যাসের সুবিধার হেতু ম্যালায়েট অ্যানায়ন হাইড্রোজেন বন্ধনীর দ্বারা স্থায়িত্ব প্রাপ্ত হয় কিন্তু ফিউমারেট অ্যানায়নের আকাশ-বিন্যাস এমনই যে উহাতে হাইড্রোজেন বন্ধনীর সুযোগ নাই। ফলে দ্বিতীয় আয়ন-ধ্রুবক পর্যন্ত ম্যালায়িক অ্যাসিডের pk_a মান 6·23 ও ফিউমারিক অ্যাসিডের মান 4·38 এবং প্রথমটি হইতে দ্বিতীয়টি দ্রুত ডাই-অ্যানায়নে পরিণত হয়।

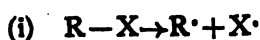
ম্যালায়িক অ্যাসিড $\rightleftharpoons H^+ +$ ম্যালায়েট অ্যানায়ন

ফিউমারিক অ্যাসিড $\rightleftharpoons H^+ +$ ফিউমারেট অ্যানায়ন

(iii) জলের সহিত হাইড্রোজেন বন্ধনী তৈরী করে বলিয়া ফেনল জলে

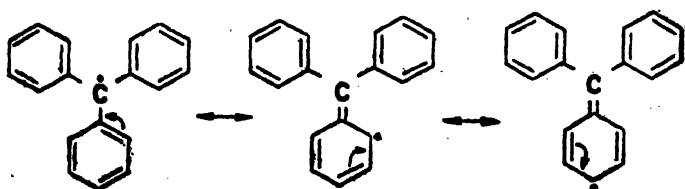
কিয়দংশ দ্রবীভূত হয়। আবার অর্থো-নাইট্রোফেনলে আন্তরাণব হাইড্রোজেন বন্ধনীর জন্ত ইহার জলে দ্রবণীয়তা কমিয়া যায়।

দ্বি-ধ্রুব ভ্রামক (Dipole moment) পরিমাপ করিয়া, দ্রবণীয়তা পরীক্ষা, করিয়া, হিমাংক অবনয়ন দ্বারা (Depression of freezing point), অবলোহিত (Infra-red) বা রমণ ইলেকট্রনিক বর্ণালীর উপর হাইড্রোজেনের বন্ধনীর প্রভাব পরীক্ষা করিয়া হাইড্রোজেন বন্ধনী ধরিতে পারা যায়।

সমবিভাজন (Homolytic fission) ও অসমবিভাজন (Heterolytic fission) :

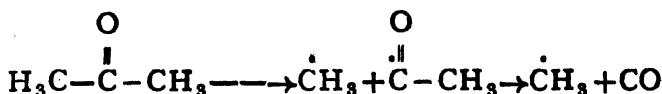
কোন যৌগ R—X এ R ও X-এর মধ্যেকার সমযোজী বন্ধ তিন রকমে ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে।

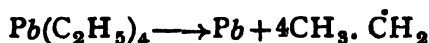
(i) $R-X \rightarrow R^{\cdot}+X^{\cdot}$

এক্ষেত্রে সমযোজী বন্ধের তুইটি ইলেকট্রন R ও X উভয়েই একটি করিয়া নেয়। এই ধরনের বিভাজনকে সমবিভাজন বলে। ইহার ফলে ফ্রির্যাডিক্যাল্ (Free radical) তৈরী হয়। ইহা অণুর অংশ বিশেষ যাহাতে অযুগ্ম (unpaired) ইলেকট্রন রহিয়াছে। ইহারা দীর্ঘস্থায়ী ও ক্ষণস্থায়ী উভয়ই হইতে পারে।

ট্রাইফিনাইল মিথাইল $Ph_3\dot{C}$ একটি দীর্ঘস্থায়ী ফ্রির‍্যাডিক্যল্। বর্ণহীন কঠিন হেক্সাফিনাইল ইথেন যদি অধ্রুবীয় দ্রাবক (Non-polar solvent) বেঞ্জিনে দ্রবীভূত করা হয় তবে কঠিনটি ভাঙ্গিয়া ট্রাইফিনাইল মিথাইল র‍্যাডিক্যাল্ উৎপন্ন করে ও দ্রবণ হলুদবর্ণ ধারণ করে।

$$Ph_3C:C\,Ph_3 \rightleftharpoons Ph_3\dot{C}+Ph_3\dot{C}$$

ইত্যাদি।

অনুনাদের ফলে ইহার স্থায়িত্ব (Stability) বাড়ে। আবার $\dot{C}H_3$, $H_3C.\dot{C}H_2$ ইহারা ক্ষণস্থায়ী। অ্যাসিটোনকে গ্যাসীয় অবস্থায় 3000A° তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোদ্বারা বিয়োজন (decomposition) করিয়া মিথাইল র‍্যাডিক্যাল্ পাওয়া যায়।

$$H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 \longrightarrow \dot{C}H_3+\overset{\overset{O}{\|}}{\dot{C}}-CH_3 \rightarrow \dot{C}H_3+CO$$

আর টেট্রাইথাইললেডকে সাধারণ উষ্ণতায় রাখিয়া দিলে ধীরে ধীরে অথবা 125° – 150C° উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে দ্রুত বিয়োজিত হইয়া ইথাইল র‍্যাডিক্যাল উৎপন্ন করে।

$$Pb(C_2H_5)_4 \longrightarrow Pb+4CH_3.\dot{C}H_2$$

ইহারা খুব ক্ষণস্থায়ী এবং মাত্র 0·001 সেকেণ্ড পর্যন্ত স্থায়ী।

ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্গুলি প্যারাম্যাগনোটিক (Paramagnetic) হয় তার মানে উহাদের চুম্বক (Magnet) আকর্ষণ করে। এই ধর্মের জন্য কোন কিছু ফ্রি র‍্যাডিক্ল্ কিনা তাহা যাচাই করিতে পারা যায়।

ইহারা যুগ্ম ক্রিয়া (Addition reaction), প্রতিস্থাপন ক্রিয়া (Substitution reaction) দেয় ও নতুনভাবে বিন্যস্তও (Rearrangement) হয়।

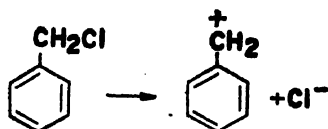
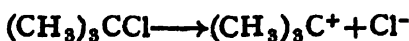
যতদূর প্রমাণ পাওয়া গিয়াছে তাহাতে জানা যায় যে অ্যালকিল ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্ সমতল হয় এবং Sp^2 বন্ধনী প্রযোজ্য ; তাহা ছাড়া অযুগ্ম ইলেকট্রন p অর্বাইটালে থাকে। ট্রাইফিনাইল মিথাইল র‍্যাডিক্যাল্ ও ঐ জাতীয় র‍্যাডিক্ল্ চালক-পাখার ন্যায় আকৃতির (Propeller shaped)।

(ii) $R—X \rightarrow R^+ + X^-$

R ও X এর মধ্যে সমযোজী বন্ধটি এমনভাবে ভাঙিতে পারে যে সমযোজী বন্ধটির ইলেকট্রন যুগল R ছাড়িয়া দেয় ও X ধরিয়া রাখে। এই ধরনের বিভাজনকে অসমবিভাজন বলে। এই বিভাজনে R^+ কার্বনিয়াম আয়ন তৈরি হয়।

কোন যৌগ সরাসরি আয়নিত (Direct ionisation) হইয়াও কার্বনিয়াম আয়ন তৈরী হইতে পারে।

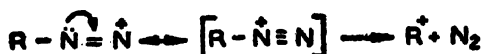
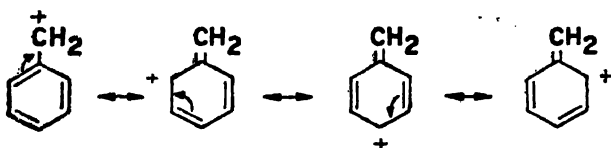
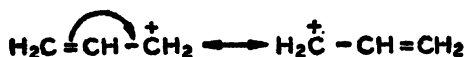
$$(CH_3)_3CCl \longrightarrow (CH_3)_3C^+ + Cl^-$$

$$C_6H_5CH_2Cl \longrightarrow C_6H_5\overset{+}{C}H_2 + Cl^-$$

ডাইঅ্যাজোনিয়াম লবণের (Diazonium salt) বিয়োজনেও (decomposition) কার্বনিয়াম আয়ন উৎপন্ন হয়।

$$R-\ddot{N}=\overset{+}{N} \longleftrightarrow [R-\overset{+}{N}\equiv N] \longrightarrow \overset{+}{R} + N_2$$

অনুনাদের ফলে কার্বনিয়াম আয়ন স্থায়ী হয়।

$$H_2C=CH-\overset{+}{C}H_2 \longleftrightarrow H_2\overset{+}{C}-CH=CH_2$$

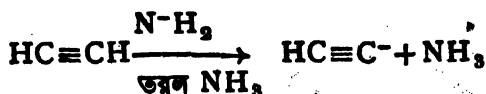
$$C_6H_5\overset{+}{C}H_2 \longleftrightarrow \cdots \longleftrightarrow \cdots \longleftrightarrow \cdots$$

কার্বনিয়াম আয়ন নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের সহিত যুক্ত হইতে পারে অথবা একটি প্রোটন ছাড়িয়া দিয়া অলিফিন তৈরী করিতে পারে বা গঠন সংকেতের পুনর্বিন্যাস পূর্বক নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের সহিত যুক্ত হইতে পারে।

কার্বনিয়াম আয়ন সমতল হয় এবং Sp^2 বন্ধনী প্রযোজ্য। বিভিন্ন বর্ণালীদ্বারাও পরিবাহিতা (Conductivity) মাপিয়া ইহাদের অস্তিত্ব সম্পর্কে জানা যায়।

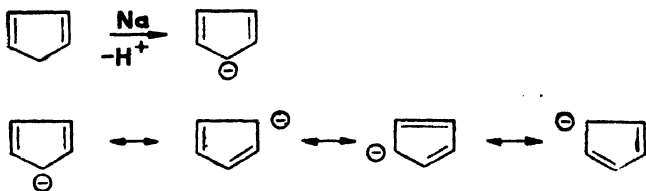
(iii) $R-X \rightarrow R^- + X^+$

সমযোজী বন্ধটি এমনভাবে ভাজিতে পারে যে বন্ধের ইলেকট্রনযুগল R ধরিয়া রাখে। তাহা হইলে এই অসমবিভাজনে $\bar{R}$ কার্বানায়ন তৈরী হইল।

অনার্দ্র দ্রাবকে অ্যাসিটাইলিন তীব্র ক্ষারকের (base) সহিত বিক্রিয়া করিয়া কার্বানায়ন (Actylide anion) দেয়।

$$HC\equiv CH \xrightarrow[\text{তরল } NH_3]{N^-H_2} HC\equiv C^- + NH_3$$

সাইক্লোপেণ্টাডাইনের মিথিলীন গ্রুপ খুব সক্রিয় হওয়াতে ঐ যৌগ সোডিয়ামের সহিত বিক্রিয়া করে ও সোডিয়াম সাইক্লোপেণ্টাডাইনাইড (Sodium cyclopentadienide) উৎপন্ন হয়। উহার সাইক্লোপেণ্টাডাইনাইল অ্যানায়ন (Cyclopentadienyl anion) অনুনাদের ফলে স্থায়ী হয়।

$$\text{C}_5\text{H}_6 \xrightarrow[-\text{H}^+]{\text{Na}} \text{C}_5\text{H}_5^{\ominus}$$

$$\text{C}_5\text{H}_5^{\ominus} \longleftrightarrow \text{C}_5\text{H}_5^{\ominus} \longleftrightarrow \text{C}_5\text{H}_5^{\ominus} \longleftrightarrow \text{C}_5\text{H}_5^{\ominus}$$

কার্বানায়ন যুগ্ম ক্রিয়া (Addition Reaction), প্রতিস্থাপন ক্রিয়া (Substitution Reaction) ছাড়াও অন্যান্য ধরনের বিক্রিয়া দেয়।

নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অনুনাদ বর্ণালীর (Nuclear Magnetic resonance spectra) সাহায্যে কোন কোন কার্বনায়নকে চিনিতে পারা গিয়াছে।

প্রতিস্থাপন ক্রিয়া (Substitution Reaction) :

সিগমা বন্ধ (σ-bond) ভাঙ্গা ও নূতন সিগমা বন্ধ গড়াকে প্রতিস্থাপন ক্রিয়া বলে।

প্রতিস্থাপন ক্রিয়া দুই প্রকারের হইতে পারে।

(i) একটি নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক (Nucleophilic reagent অথবা Nucleophile) বিক্রিয়ককে আক্রমণ করিতে পারে (ii) আবার একটি ইলেকট্রনপ্রিয় বিকারক (Electrophilic Reagent অথবা Electrophile) বিক্রিয়ককে আক্রমণ করিতে পারে।

নিউক্লিয়াসপ্রিয় প্রতিস্থাপন (Nucleophilic substitution) যাহাতে আক্রমণকারীর ভূমিকায় অবতীর্ণ হয় তাহা এক-আণবিক (Unimolecular) বা দ্বি-আণবিক (Bimolecular) বা আন্তরাণবিক (intramolecular) হইতে পারে। উহাদের যথাক্রমে S_N1 (Substitution Nucleophilic Unimoecular), S_N2 (Substitution Nucleophilic Bimolecular) ও S_Ni (Substitution Nucleophilic internal) বলা হয়।

আবার ইলেকট্রনপ্রিয় প্রতিস্থাপন (Electrophilic Substitution) এক আণবিক হইলে উহাকে S_E1 (Substitution Electrophilic Unimoe-

cular), দ্বি-আণবিক হইলে উহাকে S_E2 (substitution electrophilic Bimolecular) ও আন্তরাণবিক হইলে উহাকে S_Ei (Substitution Electrophilic intramolecular) বলা হয়।

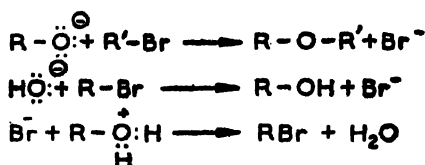
প্রতিটি সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা করিব।

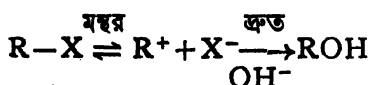
(1) অ্যালিফ্যাটিক যৌগে (Aliphatic Compound):

যে ধরনের অ্যালিফ্যাটিক যৌগে S_N1 ও S_N2 কৌশল প্রযুক্ত সেই সব বিক্রিয়ার কিছু উদাহরণ দেই।

$$R-\ddot{\underset{..}{O}}{:}^{\ominus} + R'-Br \longrightarrow R-O-R' + Br^-$$

$$H\ddot{\underset{..}{O}}{:}^{\ominus} + R-Br \longrightarrow R-OH + Br^-$$

$$\overset{-}{Br} + R-\overset{+}{\underset{\underset{H}{..}}{O}}{:}H \longrightarrow RBr + H_2O$$

বিক্রিয়া S_N1 কৌশলে চলিবার পূর্ব শর্ত হইল প্রথমে বিক্রিয়ক হইতে মন্থর ক্রিয়ায় কার্বনিয়াম আয়ন তৈরী হইবে। তৎপর কার্বনিয়াম আয়ন দ্রুত ক্রিয়ায় নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের সহিত মিলিবে।

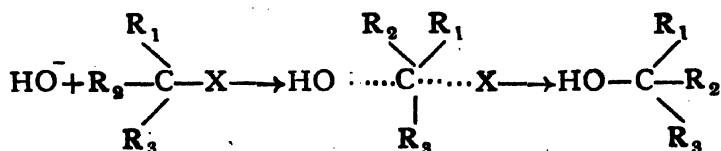
$$R-X \overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons} R^+ + X^- \underset{OH^-}{\overset{\text{দ্রুত}}{\longrightarrow}} ROH$$

এই বিক্রিয়ায় প্রথম ধাপটি মন্থর গতিতে চলে। তাই এই ধাপটিই বিক্রিয়ার হার নিরূপক ধাপ (Rate determining step)। ইহাতে শুধু বিক্রিয়ক RX-এর এক অণুর পরিবর্তন ঘটিয়াছে। সুতরাং ইহা S_N1 কৌশলে চলিয়াছে।

উপরি উক্ত বিক্রিয়াটি আবার নিম্নরূপেও হইতে পারে।

$$HO^- + R-X \overset{\text{মন্থর}}{\longrightarrow} HO\cdots\cdots R\cdots\cdots X \overset{\text{দ্রুত}}{\longrightarrow} HO-R + X^-$$

RX মন্থর ক্রিয়ায় নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক O^-H-এর সহিত পরিবৃত্ত অবস্থার (Transition State বা Activated Complex) সৃষ্টি করে। পরিবৃত্ত অবস্থায় O^-H আংশিকভাবে R-এর সহিত বন্ধ তৈরী করিয়াছে এবং X^- আংশিকভাবে R-এর সহিত বন্ধ ভাঙ্গিয়াছে একথা বলা যায়। এইবার পরবর্তী ধাপে দ্রুত ক্রিয়ার ফলে ঐ অবস্থা ভাঙ্গিয়া উৎপন্নজাত পদার্থ (Product) তৈরী হইল। যেহেতু মন্থর ক্রিয়ায় নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের

একটি অণু ও RX-এর একটি অণু পরস্পর বিক্রিয়া করিয়াছে তাই এই কৌশলের নাম S_N2। এখানে পরিবৃত্ত অবস্থা সম্পর্কে কিছু বলা প্রয়োজন। S_N2 কৌশলে বিক্রিয়াকে পরিবৃত্ত অবস্থার মধ্য দিয়া যাইতে হইবে। এই অবস্থাকে ত্রৈকেন্দ্রিক বিক্রিয়া (three centre reaction) বলা যায়। একটি শক্তির মোটামুটি রেখাচিত্র (energy prophile diagram) দিয়া ব্যাপারটা বুঝাইতেছি। X-অক্ষ বরাবর *বিক্রিয়া স্থানাঙ্ক (Reaction co-ordinate) ও Y-অক্ষ বরাবর স্থৈতিক শক্তি (Potential energy) অঙ্কন করিয়া নিম্নলিখিত রেখাচিত্রগুলি পাওয়া যায় (32 নং চিত্র)। চিত্রগুলিতে E-কে সক্রিয়ন শক্তি (energy of activation) বলা হয়। এই শক্তির বলেই বিক্রিয়ক ও বিকারক মিলে পরিবৃত্ত অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। $\triangle H$ তাপদায়ীতা ও তাপগ্রাহীতার পরিমাপক। যদি তাপগ্রাহী হয় তাহা হইলে $\triangle H$ ধনাত্মক হইবে, তাপদায়ী $\triangle H$ ঋণাত্মক হইবে। পরিবৃত্ত অবস্থার শক্তি সবচেয়ে বেশী। ইহা সত্যিকারের কোন অণু নহে। ইহাতে আংশিক বন্ধগুলি বজায় থাকে। ইহার আয়ুষ্কাল অত্যন্ত কম। তাই ইহাকে পৃথক করা যায় না। পরিবৃত্ত অবস্থা হইতে কোন মধ্যবর্তী পদার্থ সৃষ্টি হইতে পারে। উহার আয়ু বেশী হইলে উহাকে পৃথক করা যায়। পরিবৃত্ত অবস্থার মধ্য দিয়া বিক্রিয়া সংঘটিত হইলে উৎপন্নজাত পদার্থের আকাশ-বিন্যাস বিক্রিয়কের আকাশ-বিন্যাসের ঠিক বিপরীত হইবে (Inversion of configuration)। ঠিক যেন ঝড়ে খোলা ছাতা উল্টাইয়া যাইবার অবস্থা।

$$HO^- + R_2{-}\overset{R_1}{\underset{R_3}{C}}{-}X \longrightarrow HO\cdots\overset{R_2\ R_1}{\underset{R_3}{C}}\cdots X \longrightarrow HO{-}\overset{R_1}{\underset{R_3}{C}}{-}R_2$$

নিউক্লিয়াসপ্রিয় প্রতিস্থাপন কখনও কখনও আন্তরাণব (S_Ni টাইপের) হয়। ⍺-ফিনাইল ইথানল $H_3C.\ CH.\ C_6H_5.\ OH$ (⍺-phenyl ethanol) থাইয়োনিল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ⍺-ফিনাইল

---

*বিক্রিয়া : $A+BC \rightarrow A\ldots\ldots B\ldots\ldots C$

উপরের বিক্রিয়ায় A, B, C ইহাদের নিউক্লিয়াসগুলির প্রত্যেকার বিভিন্ন দূরত্বকে বিক্রিয়া স্থানাঙ্ক বলে।

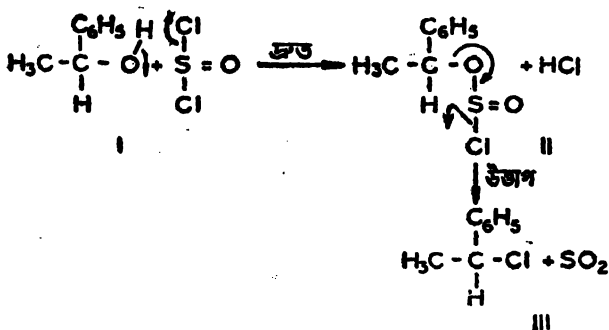
ইথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ক ও উৎপন্নজাত পদার্থের আকাশ-বিন্যাসের কোন পরিবর্তন ঘটে নাই। তাই নিঃসন্দেহে বলা যায় বিক্রিয়াটি S_Ni টাইপের।

$$H_3C-\underset{H}{\overset{C_6H_5}{C}}-\overset{H}{O}+\underset{Cl}{\overset{Cl}{S}}=O \xrightarrow{\text{দ্রুত}} H_3C-\underset{H}{\overset{C_6H_5}{C}}-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{}{O}-S=O}+HCl$$

I   II

$$\downarrow \text{উত্তাপ}$$

$$H_3C-\underset{H}{\overset{C_6H_5}{C}}-Cl+SO_2$$

III

প্রথমে দ্রুত বিক্রিয়ায় ক্লোরোসালফাইট II তৈরী হয়। এই অবস্থাকে চতুষ্কেন্দ্র বিক্রিয়া (four centre Reaction) বলা হয়। যেহেতু চতুষ্কেন্দ্র বিক্রিয়ার ফলেই উৎপন্নজাত পদার্থ ক্লোরাইড III হইয়াছে তাই ∝-ফিনাইল ইথানল I ও ∝-ফিনাইল ইথাইল ক্লোরাইডের III আকাশবিন্যাসের কোন পরিবর্তন ঘটে নাই।

এখানে উল্লেখ করা যাইতে পারে যে S_N1 বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার হার বিক্রিয়কের গাঢ়ত্বের সমানুপাতিক এবং S_N2 বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার হার বিক্রিয়ক ও নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের গাঢ়ত্বের সমানুপাতিক হয়।

বিক্রিয়ার হার ∝ [RX], S_N1 বিক্রিয়ায়

বিক্রিয়ার হার ∝ [RX][OH^-], S_N2 বিক্রিয়ায়

এইবার যে সব প্রভাব প্রতিস্থাপন ক্রিয়াকে S_N1 বা S_N2 পথে পরিচালিত করে সে সম্পর্কে কিছু বলা দরকার।

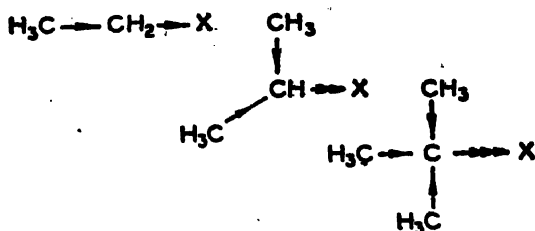
ধ্রুবীয় প্রভাব :

বিদায়ী নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক যে কার্বনে যুক্ত থাকে সেই কার্বনে যত বেশী অ্যালকিল গ্রুপ যুক্ত থাকিবে তত বেশী বিক্রিয়া S_N1 কৌশলে চালিত হইবে। কারণ অ্যালকিল গ্রুপ ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং কার্বন ও বিদায়ী গ্রুপের বন্ধন বরাবর ইলেকট্রন পরিচালিত হয়। ফলে কার্বনে আধান ঘনত্ব (Charge density) বাড়ে এবং অগ্রসররত (approaching) বিকারক

কার্বনে যুক্ত হইতে বাধা পায়। তাই আমরা বলিতে পারি যে ধ্রুবীয় প্রভাব (Polar effect) S_N1 কৌশলের পক্ষে অনুকূল ও S_N2 কৌশলের পক্ষে

$H_3C \rightarrow CH_2 \rightarrow X$

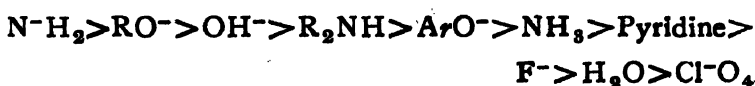
$CH_3 \rightarrow CH \rightarrow X \leftarrow H_3C$ (CH_3 ও H_3C উভয়ই CH-এর সঙ্গে যুক্ত)

$(CH_3)(H_3C)(H_3C)C \rightarrow X$

প্রতিকূল। পূর্ব উল্লিখিত বিক্রিয়ার প্রথম ক্রমবেগ ধ্রুবক ও দ্বিতীয় ক্রমবেগ ধ্রুবক (পৃষ্ঠা······) পরীক্ষা করিলে ইহা আরও স্পষ্ট হইবে।

বিদায়ী গ্রুপ ও অগ্রসররত গ্রুপের প্রভাব :

মিথাইল ব্রোমাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ জলদ্বারা করিলে S_N2 কৌশলে উহার বিক্রিয়ার হার যাহা হইবে তাহা হইতে বিক্রিয়ার হার 5,000 গুণ বাড়িবে যদি জলের পরিবর্তে কোন ক্ষার লওয়া যায়। আবার টার্ট-বিউটাইল ব্রোমাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণ S_N1 কৌশলে চলায় জলের পরিবর্তে ক্ষার লইলে কোন পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয় না।

এখানে নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকগুলিকে গুণানুসারে সাজানো হইল। সুতরাং আমরা দেখিতেছি যে অগ্রসররত নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক যত

$$N^-H_2 > RO^- > OH^- > R_2NH > ArO^- > NH_3 > Pyridine > F^- > H_2O > Cl^-O_4$$

ক্ষমতাশালী হইবে তত S_{N2} কৌশলকে প্রভাবিত করিবে।

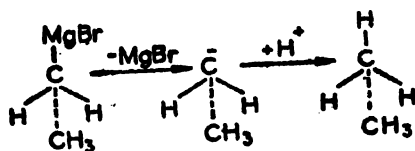
আবার বিদায়ী গ্রুপ বিদায় লইবার পর স্থায়িত্ব বেশী অর্জন করিতে পারিলে ঐ গ্রুপযুক্ত বিক্রিয়ক দ্রুত ধ্রুবীয় হইবে। তাই বিক্রিয়ক অ্যালকিল আইয়োডাইড কোন ব্রোমাইড হইতে, আবার ব্রোমাইড কোন ক্লোরাইড হইতে তাড়াতাড়ি ধ্রুবীয় হয় এবং পরিবৃত্ত অবস্থা সৃষ্টিতে সাহায্য করিবে।

দ্রাবকের প্রভাব :

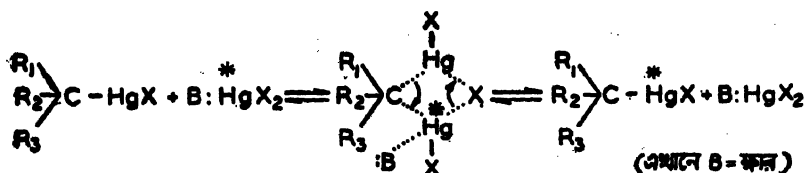
S_N2 কৌশলকে দ্রাবক তেমন প্রভাবিত করিতে পারে না কিন্তু S_N1

কৌশলের উপর দ্রাবকের প্রভাব অপরিসীম। একটি উদাহরণ দিলেই উহা স্পষ্ট হইবে। শুধু ইথানলে টার্ট-বিউটাইল ক্লোরাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণের হার হইতে 50% জলীয় ইথানলে বিক্রিয়ার হার 30,000 গুণ বেশী। ইহার কারণ হিসাবে সল্‌ভেসন (Solvation) বলা হয়। দ্রবের অণু ও দ্রাবকের অণু যদি ধ্রুবীয় হয় তবে দ্রবের অণু দ্রাবকের অণুকে নিজের কাছে বেশী করিয়া টানিবে। ইহাকেই বলে সল্‌ভেসন। ইহাতে দ্রাবকে দ্রব বেশী স্থায়িত্ব পায় ও দ্রবের অণু দ্রাবকে বেশী ধ্রুবীয় হয়।

অ্যালিফ্যাটিক যৌগে ইলেকট্রনপ্রিয় এক আণবিক প্রতিস্থাপনের (S_E1) একটি উদাহরণ দেই যথা ইথাইল ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড হইতে ইথেন প্রস্তুতি। এই ধরনের প্রতিস্থাপনে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থের আকাশ বিন্যাস একই থাকে ; কোন পরিবর্তন হয় না। প্রথমে বিক্রিয়ক হইতে সমচতুষ্ফলকীয় কার্বানায়ন (Tetrahedral Carbanion) উৎপন্ন হয়। তারপর কার্বানায়নে একটি প্রোটন যুক্ত হয়। প্রোটন একই দিক হইতে কার্বানায়নকে আক্রমণ করে। অ্যালিফ্যাটিক যৌগে ইলেকট্রনপ্রিয় দ্বি-

MgBr–C(H)(H)(CH₃) —(−MgBr)→ C⁻(H)(H)(CH₃) —(+H⁺)→ H–C(H)(H)(CH₃)

আণবিক প্রতিস্থাপনের (S_E2) উদাহরণস্বরূপ জৈবপারদ লবণের সহিত $H_g{}^{203}$ যুক্ত পারদ লবণের পারদ বিনিময়ের বিক্রিয়াটি উল্লেখ করা যাইতে পারে। এই প্রতিস্থাপনে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থের আকাশ-বিন্যাসের কোন পরিবর্তন হয় না। বৃত্তাকার পরিবৃত্ত অবস্থার মধ্য দিয়া বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

$$R_1R_2R_3C-HgX + B:\overset{*}{Hg}X_2 \rightleftharpoons [R_1R_2R_3C\cdots Hg(X)\cdots X\cdots \overset{*}{Hg}(X)\cdots :B] \rightleftharpoons R_1R_2R_3C-\overset{*}{Hg}X + B:HgX_2$$

(এখানে B = ক্ষার)

(২) অ্যারোমেটিক যৌগে :

অ্যারোমেটিক যৌগে নাইট্রোপ্রবেশন (Nitration), হ্যালোজেন প্রবেশন (Halogenation), অ্যালকিল প্রবেশন (Alkylation), অ্যাসাইল প্রবেশন (Acylation) ইত্যাদি $S_E{}^2$ কৌশলে হয়।

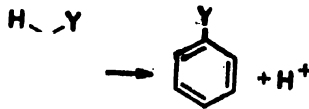
ইহাতে প্রথম ইলেকট্রনপ্রিয় বিকারক তৈরী হয়। তারপর ইহা অ্যারোমেটিক বৃত্তের (Aromatic ring) কাছে অগ্রসর হয়। বৃত্তে যেহেতু ৬টি অনির্দেশক

$$X—Y \longrightarrow : X^- + Y^+$$

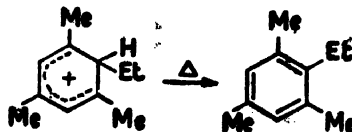
π-কক্ষীয় ইলেকট্রন রহিয়াছে সুতরাং ইলেকট্রনপ্রিয় বিকারক উহাদের সহিত যুক্ত হইয়া একটি মধ্যবর্তী দশা (Intermediate) উৎপন্ন হইবে। ইহাকে সিগ্‌মা-কমপ্লেক্স (σ-Complex বা Pentadienyl Cation) বলে। অনুনাদের ফলে ইহার স্থায়ীত্ব বাড়ে।

$$\text{[Benzene]} + Y^+ \xrightarrow{\text{মন্থর}} \text{(H, Y resonance structures of σ-complex)}$$

পরের ধাপে সিগমা কমপ্লেক্স হইতে একটি প্রোটন বাহির হইয়া জাত-পদার্থ দেয়।

$$\text{(σ-complex, H Y)} \longrightarrow C_6H_5Y + H^+$$

সিগমা-কমপ্লেক্স তৈরী হওয়ার আগে পরিবৃত্ত অবস্থার মধ্য দিয়া যায়। তৎপর মধ্যবর্তী-দশা তৈরী হইয়া তারপর আবার পরিবৃত্ত অবস্থা হইয়া জাত-পদার্থ উৎপন্ন করে।

বর্তমানে কিছু কিছু সিগমা-কমপ্লেক্স পৃথক করা গিয়াছে। অনুঘটক BF_3 এর উপস্থিতিতে $-80°C$ উষ্ণতায় মেসিটাইলিন ইথাইল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় যে কমপ্লেক্স তৈরী হয় উহা কমলারঙের কঠিন।

$$\text{(Me, Me, Me, H, Et σ-complex)} \xrightarrow{\Delta} \text{(Me, Me, Me, Et benzene)}$$

সিগমা-কমপ্লেক্সে বেঞ্জিনের একটি কার্বন পরমাণু আনুমানিক সম-চতুস্তলক (Regular tetrahedron) হয় এবং C—H ও C—Y বন্ধ বেঞ্জিন বৃত্তের সমতলে লম্বভাবে অবস্থিত অপর সমতলে থাকে। 4টি π-ইলেকট্রন এবং ধনাত্মক আধান অপর 5টি কার্বনের মধ্যে বিস্তৃত থাকে।

এই প্রকারের বিক্রিয়ার জন্ত প্রয়োজনীয় ইলেকট্রনপ্রিয় বিকারক কিভাবে উৎপন্ন হয় তাহা দেখাইতেছি।

নাইট্রোপ্রবেশনে

নাইট্রোগ্রুপ বেঞ্জিনবৃত্তে প্রবেশ করাইতে NO_2^+ নাইট্রোজিয়াম আয়ন দরকার। নাইট্রোজিয়াম আয়ন আসে মিশ্র অ্যাসিড হইতে (গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণ)।

$$HNO_3 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons NO_2^+ + H_3O^+ + 2HSO_4^-$$

নাইট্রোজিয়াম ক্যাটায়নের অস্তিত্বের প্রমাণ পাওয়া গিয়াছে।

হ্যালোজেন প্রবেশনে

হ্যালোজেন প্রবেশনে হ্যালোনিয়াম আয়ন (হ্যালাইড ক্যাটায়ন X^+) প্রয়োজন। হ্যালোজেন বাহক (Halogen Carrier) হিসাবে যে অনুঘটকগুলি যথা বোরোন ক্লোরাইড (BF_3), ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$), অ্যান্টিমনি পেণ্টাক্লোরাইড ($SbCl_5$), টিন টেট্রাক্লোরাইড ($SnCl_4$) কাজ করে উহারা হ্যালোজেন অণুকে অসমবিভাজন করিয়া হ্যালোজিয়াম আয়ন উৎপন্ন করে।

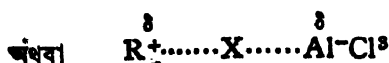
$$Cl_2 + FeCl_3 \rightleftharpoons Cl^+ + FeCl_4^-$$

$$Cl_2 + AlCl_3 \rightleftharpoons Cl^+ + AlCl_4^-$$

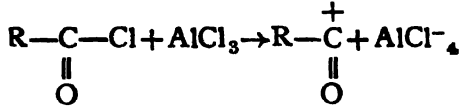
অ্যালকিল প্রবেশনে

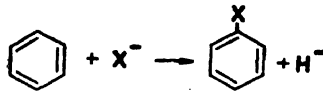
অনার্দ্র $AlCl_3$, $SbCl_5$, $SnCl_4$, $TiCl_4$, BCl_3, $ZnCl_2$, $HgCl_2$ ইত্যাদি অনুঘটকগুলি অ্যালকিল প্রবেশনে কাজ করে। ইহারাই বিকারক হইতে কার্বনিয়াম আয়ন তৈরী করিতে সাহায্য করে অথবা কার্বনিয়াম আয়ন তৈরী না হইলে কার্বন হ্যালোজেন বন্ধটিকে ধ্রুবীয় করিতে সাহায্য করে।

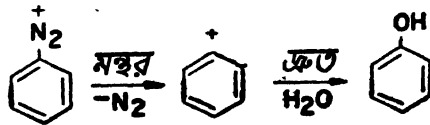
$$R—X + AlCl_3 \rightarrow R^+ + AlXCl_3^-$$

অথবা $\overset{\delta}{R^+}\cdots\cdots X\cdots\cdots \overset{\delta}{Al^-}Cl_3$

অ্যাসাইল প্রবেশনে

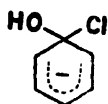
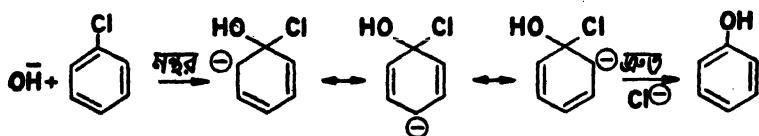
অ্যাসাইল গ্রুপ প্রবেশ করাইতে অ্যাসিড ক্লোরাইড বা অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড প্রয়োজন। তৎসহ অনুঘটক $AlCl_3$ দিতে হইবে।

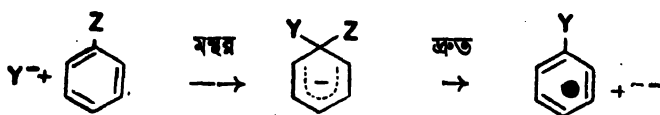
$$R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}Cl + AlCl_3 \rightarrow R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{\overset{+}{C}} + AlCl_4^-$$

শুধু বেঞ্জিনে নিউক্লিয়াসপ্রিয় প্রতিস্থাপন আছে বলিয়া জানা যায় নাই। কারণ হিসাবে বলা যায় যে বেঞ্জিন বৃত্তের উপরে ও নিচে যে ঋণাত্মক আধানের বলয় থাকে উহা নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের অগ্রসরকে বাধা দেয়। তাহা ছাড়া হাইড্রাইড আয়ন (বিক্রিয়া হইতে যদি উদ্ভূত হইত) মোটেই স্থায়ী নয়।

$$C_6H_6 + X^- \longrightarrow C_6H_5X + H^-$$

প্রথম ক্রম নিউক্লিয়াসপ্রিয় প্রতিস্থাপন ক্রিয়ার (S_N1) একটি উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে। অ্যারাইল ডাইঅ্যাজোনিয়াম ক্যাটায়ন বিয়োজিত হইয়া ফিনাইল ক্যাটায়ন (অ্যারিন ক্যাটায়ন Arene Cation) তৈরী করে। ইহা ধীরগতিতে চলে। তৎপর ফিনাইল ক্যাটায়ন দ্রুতগতিতে নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের সহিত সংযুক্ত হয়।

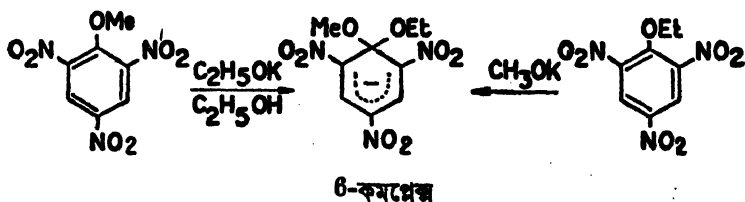
$$C_6H_5\overset{+}{N_2} \xrightarrow[-N_2]{\text{মন্থর}} C_6H_5^+ \xrightarrow[H_2O]{\text{দ্রুত}} C_6H_5OH$$

দ্বিতীয়ক্রম নিউক্লিয়াসপ্রিয় প্রতিস্থাপন ক্রিয়ার (S_N2) অনেক উদাহরণ অ্যারোমেটিক যৌগে উল্লেখ করা যাইতে পারে। ক্লোরোবেনজিন উচ্চচাপে ও 300°C উষ্ণতায় NaOH-এর জলীয় দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ফেনল উৎপন্ন করে। এখানে নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক OH^- মন্থরগতিতে ক্লোরোবেনজিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া δ-কমপ্লেক্স তৈরী করিবে। এই δ-কমপ্লেক্সকে পেন্টাডাইনাইল অ্যানায়ন বা বেনজিনোনিয়াম কারবানায়নও (Pentadienyl anion বা Benzenonium Carbanion) বলা হয়।

তৎপর উহা অনুনাদের ফলে স্থায়ীত্বপ্রাপ্ত হয়। এইবার দ্রুত বিক্রিয়ায় 6-কমপ্লেক্স হইতে ক্লোরাইড আয়নমুক্ত হয়।

মন্থর
দ্রুত
$Cl^{\ominus}$

6-কমপ্লেক্সকে সংক্ষেপে লেখা যাইতে পারে। সুতরাং Y^- যদি অগ্রসররত বিকারক হয় এবং Z^- যদি বিদায়ী গ্রুপ হয় তবে নিম্নলিখিতভাবে ইহা দেখাইতে পারা যায়।

মন্থর
দ্রুত

কোন কোন ক্ষেত্রে 6-কমপ্লেক্স পৃথক করা গিয়াছে। তাহা ছাড়া বিভিন্ন বর্ণালী অধ্যয়নে ও এক্স-রে পরীক্ষায়ও δ-কমপ্লেক্স তৈরীর প্রমাণ পাওয়া গিয়াছে। **Meisenheimer 1902** সালে দেখাইয়াছেন যে 2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোঅ্যানিসোল ও পটাসিয়াম ইথক্সাইড হইতে যে 6-কমপ্লেক্স পাওয়া যায় আবার 2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোফেনেটোল ও পটাসিয়াম মিথক্সাইড হইতেও একই কমপ্লেক্স হইবে।

C_2H_5OK / C_2H_5OH ; CH_3OK

6-কমপ্লেক্স

যুগ্ম ক্রিয়া (Addition Reaction) :

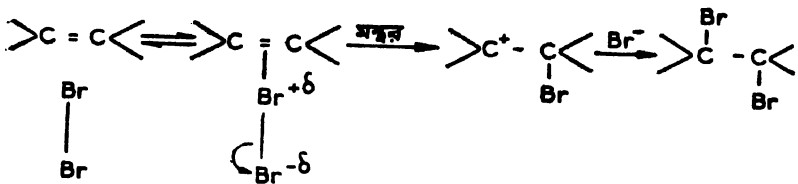
π-বন্ধ ভাঙা ও নতুন 6-বন্ধ গড়াকে যুগ্ম ক্রিয়া বলে। এই যুগ্ম ক্রিয়া কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধের বা ত্রিবন্ধের যৌগে বা কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধের যৌগে হইতে পারে।

(i) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধের বা ত্রিবন্ধের যৌগে যুগ্ম ক্রিয়া : এই যুগ্ম ক্রিয়া ধ্রুবীয় দ্রাবকে হইলে এক ধরনের কৌশলে চলে আবার অধ্রুবীয় দ্রাবকে এবং আলোর উপস্থিতিতে অপর ধরনের কৌশলে চলে। প্রথমটিতে আয়নযুক্ত কৌশল ও দ্বিতীয়টিতে ফ্রি র‍্যাডিক্যাল্ কৌশল প্রযুক্ত হয়।

ধ্রুবীয় দ্রাবকে বিকারক প্রথমে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধের π-ইলেকট্রনের সহিত যুক্ত হইয়া একটি π-কমপ্লেক্স দেয়। π-কমপ্লেক্সের ধারণা প্রথমে দেন Dewar 1949 সালে।

তৎপর π-কমপ্লেক্স ভাঙিয়া বিকারক হইতে উদ্ভূত ইলেকট্রনপ্রিয় অংশটি একটি কার্বনের সহিত σ-বন্ধ তৈরী করে। ফলে কার্বনিয়াম আয়ন উৎপন্ন হয়। এই কার্বনিয়াম আয়ন তৈরীই বিক্রিয়ার হার নিরূপক ধাপ (rate determining step)। ইহার পর পরবর্তী ধাপে কার্বনিয়াম আয়ন অ্যানায়নের সহিত বিক্রিয়া করিয়া যুত যৌগ দেয়।

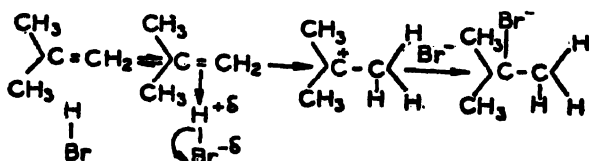
ব্রোমিন অণুর সঙ্গে কোন অ্যালকিনের (alkene) নিম্নলিখিত কৌশলে বিক্রিয়া হয়।

$$>C=C< + Br{-}Br \rightleftharpoons >C\overset{\pi}{=}C< \cdots Br^{+\delta}{-}Br^{-\delta} \xrightarrow{\text{মন্থর}} >C^{+}{-}C(Br)< \xrightarrow{Br^{-}} >C(Br){-}C(Br)<$$

ইহাকে একটি তিন ধাপের পদ্ধতি বলা চলে। π-কমপ্লেক্স তৈরী করার পূর্বে ব্রোমিন অণু অ্যালকিনের দিকে অগ্রসর হইতে থাকিলে উহার মধ্যেকার বন্ধটিতে টান পড়ে। যতদূর প্রমাণ পাওয়া গিয়াছে তাহাতে একথা নিঃসন্দেহে বলা যায় যে ব্রোমিন পরমাণু দুইটি যুক্ত হওয়ার পর পরস্পরে বিষম পক্ষে (Trans-) থাকে। সম্ভবতঃ অসম্পৃক্ত যৌগে π-ইলেকট্রনগুলি মজুত থাকে বলিয়া উহা অনায়াসেই ব্রোমোনিয়াম আয়নকে Br^{+} সাগ্রহে গ্রহণ করে এবং ব্রোমাইড আয়নকে Br^{-} নিকটে আসিতে বাধা দেয়। ব্রোমোনিয়াম আয়ন ব্রোমাইড আয়ন হইতে কম স্থায়ী এবং বেশী সক্রিয় হয়।

গতিবিদ্যার (Kinetics) সাহায্যে যতদূর জানা গিয়াছে তাহাতে একথা বলা যায় যে অ্যালকিন (alkene) বা অ্যালকাইনে (alkyne) প্রথমে ইলেক্ট্রনপ্রিয় বিকারক যুক্ত হয় তৎপর নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক যুক্ত হয়।

অ্যালকিনের সহিত HCl বা HBr অ্যাসিডের বিক্রিয়া যদি বেঞ্জিন দ্রাবক রূপে লইয়া তাহাতে করা হয় তবে বিক্রিয়ার যাহা গতি হইবে তাহা হইতে গতি আরও কমিয়া যাইবে যদি দ্রাবক বেঞ্জিন না লইয়া ইথার (ether) বা ডাইঅক্সান (Di-oxan) লওয়া হয়। তাহার কারণ ইথার বা ডাইঅক্সান প্রোটনকে ধরিয়া রাখিতে পারে। এই পরীক্ষা হইতে নিশ্চিতভাবে বলা যায় যে হাইড্রোজেন হ্যালাইড যুক্ত হওয়ার সময়ও প্রথমে ইলেকট্রন প্রিয় বিকারক প্রোটন কার্বনের সহিত σ-বন্ধ গঠন করে ও কার্বনিয়াম আয়ন উৎপন্ন হয়।

এখন প্রশ্ন উঠিতে পারে যে অ্যালকিন যদি অপ্রতিসম (Unsymmetrical) হয় তবে হাইড্রোজেন হ্যালাইডে প্রোটন কোন্ কার্বনে যুক্ত হইবে। যেহেতু টার্সিয়ারী কার্বনিয়াম আয়ন সেকেণ্ডারী-কার্বনিয়াম আয়ন হইতে ও সেকেণ্ডারী কার্বনিয়াম আয়ন প্রাইমারী কার্বনিয়াম আয়ন হইতে অপেক্ষাকৃত বেশী স্থায়ী হয় সুতরাং বিক্রিয়া এমনভাবে হইবে যাহাতে স্থায়ী কার্বনিয়াম আয়নটি তৈরী হয়।

$$(CH_3)_2C{=}CH_2 + H{-}Br \rightleftharpoons (CH_3)_2C{=}CH_2 \cdots \overset{+\delta}{H}{-}\overset{-\delta}{Br} \longrightarrow (CH_3)_2\overset{+}{C}{-}CH_3 \xrightarrow{Br^-} (CH_3)_2C(Br){-}CH_3$$

উপরের বিক্রিয়ায় টার্ট-বিউটাইল ক্যাটায়ন আইসো-বিউটাইল ক্যাটায়ন হইতে বেশী স্থায়ী বলিয়া টার্ট-বিউটাইল ক্যাটায়ন তৈরী হইল।

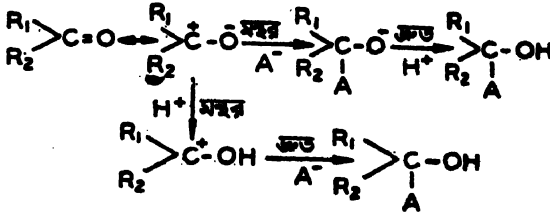
(ii) C=O দ্বিবন্ধের যৌগে যুগ্ম ক্রিয়া :

কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে অক্সিজেনের ঋণাত্মক তড়িৎ-ধর্মিতা বেশী হওয়ার জন্য কার্বন অক্সিজেনের মধ্যেকার ইলেকট্রনগুলি অক্সিজেন বেশী করিয়া কাছে টানে। ফলে কার্বন ধনাত্মক আধান ও অক্সিজেন ঋণাত্মক আধান প্রাপ্ত হয়।

$$>C{=}O \longleftrightarrow >\overset{\oplus}{C}{-}\overset{\ominus}{O}$$

ফলে কার্বনিল যৌগগুলির বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে দুই প্রকারের সম্ভাবনা রহিয়াছে। প্রথমতঃ নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক ধনাত্মক আধানযুক্ত কার্বনকে আক্রমণ

করিতে পারে। ফলে অ্যানায়ন তৈরী হইবে। দ্বিতীয়তঃ ইলেকট্রনপ্রিয় বিকারক ঋণাত্মক আধানযুক্ত অক্সিজেনে যুক্ত হইতে পারে ও ক্যাটায়ন কার্বনিয়াম আয়ন তৈরী হইতে পারে।

$$\begin{array}{c} R_1R_2C{=}O \longleftrightarrow R_1R_2\overset{+}{C}{-}\overset{-}{O} \xrightarrow[A^-]{\text{মন্থর}} R_1R_2C(A){-}\overset{-}{O} \xrightarrow[H^+]{\text{দ্রুত}} R_1R_2C(A){-}OH \\ \downarrow H^+ \; \text{মন্থর} \\ R_1R_2\overset{+}{C}{-}OH \xrightarrow[A^-]{\text{দ্রুত}} R_1R_2C(A){-}OH \end{array}$$

কিন্তু অ্যানায়নের শক্তি কার্বনিয়াম আয়নের শক্তি হইতে কম এবং উহারা কার্বনিয়াম আয়ন হইতে বেশী স্থায়ী হয়। সুতরাং কার্বনিল যৌগে যুগ্ম ক্রিয়ার প্রথম ধাপ অ্যানায়ন তৈরী করা। ইহা যেহেতু মন্থর সুতরাং ইহাই বিক্রিয়ার হার নিরূপক ধাপ। তৎপর অ্যানায়ন দ্রুত প্রোটনের সহিত যুক্ত হয়। পরীক্ষালব্ধ ফল এই যুক্তি মানিয়া নেয়।

কার্বনিল যৌগের সহিত HCN-এর বিক্রিয়া দিয়া ইহা বুঝাইতে পারা যায়। মৃদু অ্যাসিডের লবণ বা ক্ষারক যোগ করিয়া এই বিক্রিয়ার গতি ত্বরান্বিত করা যায়। অপর দিকে কোন অ্যাসিড যোগ করিলে বিক্রিয়ার গতি মন্থর হয়। H^+-এর পরিমাণ বাড়াইলে যেহেতু বিক্রিয়া মন্থর হয় সুতরাং H^+ প্রথমে কার্বনিল যৌগে যুক্ত হয় না। অপর পক্ষে CN^- আয়ন যৌগে প্রথম যুক্ত হয়।

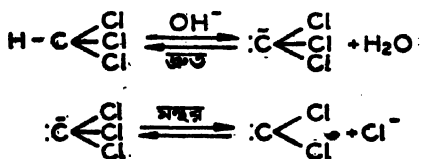
বর্জন ক্রিয়া (Elimination Reaction) :

যখন কোন যৌগের অণু হইতে দুইটি পরমাণু বা গ্রুপ বর্জিত হয় তখন উহাকে বর্জন ক্রিয়া বলা হয়। বর্জিত গ্রুপ বা পরমাণুর অবস্থান অনুসারে বিক্রিয়াকে α-বর্জন ক্রিয়া (α-elimination reaction বা 1, 1-elimination), β-বা 1, 2-বর্জন ক্রিয়া, γ-বা 1, 3-বর্জন ক্রিয়া, 1, 4-বর্জন ক্রিয়া ও 1, 6-বর্জন ক্রিয়া ইত্যাদি নামে অভিহিত করা হয়।

α-বর্জন ক্রিয়ায় একই কার্বন হইতে দুইটি গ্রুপ বা পরমাণু বিযুক্ত হয় এবং খুব সক্রিয় কার্বিন (Carbene) তৈরী হয়।

তীব্র ক্ষারকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফর্ম (Chloroform) হইতে ডাইক্লোরোকার্বিন (Dichlorocarbene) তৈরী হয়।

$$H-C\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix} \underset{\text{দ্রুত}}{\overset{OH^-}{\rightleftharpoons}} :\bar{C}\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix} + H_2O$$

$$:\bar{C}\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix} \overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons} :C\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} + Cl^-$$

প্রথমে দ্রুত বিক্রিয়ায় ট্রাইক্লোরোমিথাইল কার্বানায়ন $:\bar{C}\,Cl_3$ তৈরী হয়। তারপর মন্থর বিক্রিয়ায় উহা বিয়োজনের ফলে ডাইক্লোরোকার্বিন সৃষ্টি হয়। যে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালানো হইয়াছে তাহাতে উপরোক্ত কৌশল সঠিক বলিয়া প্রমাণিত হয়।

β-বর্জন ক্রিয়ায় দুইটি б-বন্ধ ভাঙ্গা ও একটি π-বন্ধ তৈরী হয়। ইহাতে দুইটি পাশাপাশি কার্বন হইতে দুইটি গ্রুপ বা পরমাণু বিযুক্ত হয়। এই বর্জন ক্রিয়া তিন প্রকার কৌশলে হইতে পারে যথা—

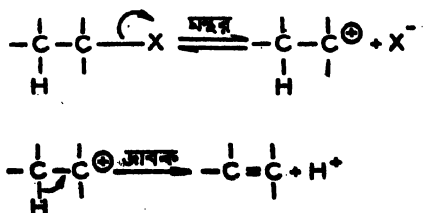
(a) প্রথম ক্রম বর্জন ক্রিয়া E1 (elimination unimolecular)।

(b) দ্বিতীয় ক্রম বর্জন ক্রিয়া E2 (elimination bimolecular)।

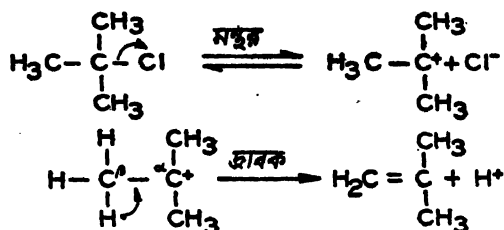
(c) প্রথম ক্রম অনুবন্ধী ক্ষারক বর্জন ক্রিয়া EI_cB (unimolecular conjugate base elimination)।

EI কৌশলে প্রথমে বিক্রিয়ক (substrate) আয়নিত হইয়া কার্বনিয়াম আয়ন দেয়। যেহেতু এই ধাপে বিক্রিয়া মন্থর গতিতে চলে সুতরাং এই ধাপই বিক্রিয়ার হার নিরূপক। তৎপর দ্রুতগতিতে কার্বনিয়াম আয়ন হইতে একটি প্রোটন H^+ অপসারিত হয়। 80% জলীয় ইথানলে টার্ট-বিউটাইল

$$-\underset{H}{\overset{|}{C}}-\underset{|}{\overset{|}{C}}-X \overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons} -\underset{H}{\overset{|}{C}}-\underset{|}{\overset{|}{C}}^{\oplus} + X^-$$

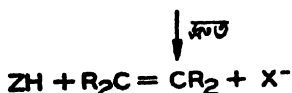
$$-\underset{H}{\overset{|}{C}}-\underset{|}{\overset{|}{C}}^{\oplus} \xrightarrow{\text{দ্রাবক}} -\overset{|}{C}=\underset{|}{\overset{|}{C}} + H^+$$

ক্লোরাইড হইতে আইসো-বিউটিন (iso-butene) তৈরীর বিক্রিয়া EI কৌশলে চলে।

$$H_3C-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-Cl \underset{}{\overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons}} H_3C-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C^+}} + Cl^-$$

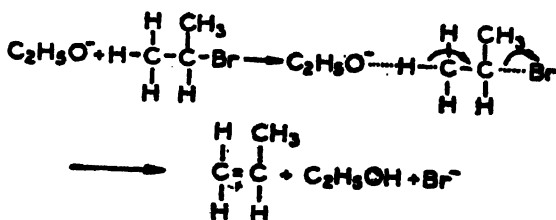
$$H-\underset{H}{\overset{H}{C^{\beta}}}-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{{}^{\alpha}C^+}} \xrightarrow{\text{দ্রাবক}} H_2C=\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} + H^+$$

ইহা যে E1 কৌশলে চলে তার কারণ হিসাবে বলা যায় যে বিক্রিয়ার হার ∝[RX]; শুধুমাত্র বিক্রিয়কের গাঢ়ত্বের উপর নির্ভর করে। কার্বনিয়াম আয়ন প্রথম ধাপে তৈয়ারী হইলে উহার গঠনসংকেতের পুনর্বিন্যাস (Rearrangement) ঘটা সম্ভব। অনেক ক্ষেত্রেই দেখা গিয়াছে E1 কৌশলের অনুকূল অবস্থায় উৎপন্ন পদার্থের গঠনসংকেতের পুনর্বিন্যাস ঘটিয়াছে।

E2 কৌশলে বিকারক ও বিক্রিয়কের মধ্যে পরিবৃত্ত অবস্থার সৃষ্টি হয়। তৎপর দ্রুতগতিতে বিক্রিয়কের নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক বিচ্ছিন্ন হয় এবং নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক বিক্রিয়কের একটি β-হাইড্রোজেন টানিয়া নেয়।

$$\downarrow \text{দ্রুত}$$

$$ZH + R_2C = CR_2 + X^-$$

সোডিয়াম ইথক্সাইডসহ ইথানলে আইসো-প্রোপাইল ব্রোমাইড হইতে প্রপিলীন (Propylene) তৈরীকে E2 কৌশলের উদাহরণস্বরূপ উল্লেখ করা যাইতে পারে।

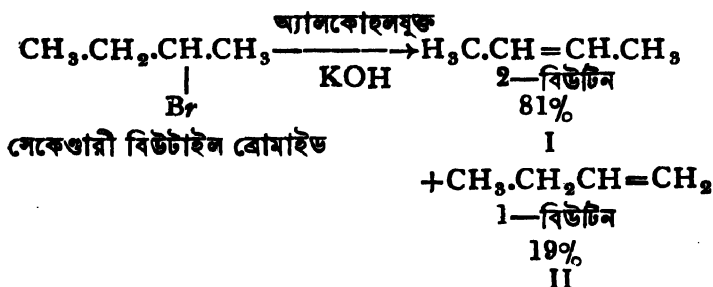
$$C_2H_5O^- + H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{CH_3}{C}}-Br \longrightarrow C_2H_5O^-\cdots H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{CH_3}{C}}\cdots Br$$

$$\longrightarrow \underset{H}{\overset{H}{C}}=\underset{H}{\overset{CH_3}{C}} + C_2H_5OH + Br^-$$

এই বিক্রিয়া যে E2 কৌশলে চলে তার প্রমাণ হিসাবে বলা যায় যে বিক্রিয়ার হার ∝ [RX] [$C_2H_5O^-$] অর্থাৎ বিকারক ও বিক্রিয়ক উভয়ের

গাঢ়ত্বের উপর বিক্রিয়ার হার নির্ভর করে। C_2H_5OD দ্রবণে C_2H_5ONa ও β-ব্রোমোইথাইল বেঞ্জিনের বিক্রিয়ালব্ধ ফলও E1 কৌশলের সপক্ষে।

ক্ষারকের সাহায্যে অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে E2 কৌশলে হ্যালো-অ্যাসিড বিযুক্তিকরণে দুই ধরনের অলিফিন তৈরী হইতে পারে। সাধারণভাবে বেশী সংখ্যক অ্যালকিলমূলক যুক্ত অলিফিন বেশী পরিমাণে তৈরী হয়। নিম্নের উদাহরণ হইতে উহা স্পষ্ট হইবে।

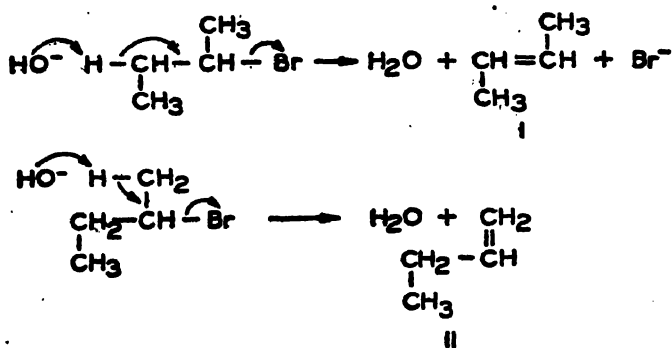
$$\underset{\text{Br}}{CH_3.CH_2.\underset{|}{CH}.CH_3} \xrightarrow[\text{KOH}]{\text{অ্যালকোহলযুক্ত}} \underset{\substack{\text{2—বিউটিন} \\ 81\% \\ \text{I}}}{H_3C.CH{=}CH.CH_3} + \underset{\substack{\text{1—বিউটিন} \\ 19\% \\ \text{II}}}{CH_3.CH_2CH{=}CH_2}$$

সেকেণ্ডারী বিউটাইল ব্রোমাইড

I এবং II যৌগদ্বয় তৈরী হওয়া সম্পর্কে ইনগোল্ড (Ingold) নিম্নলিখিত ব্যাখ্যা দিয়াছেন।

$$HO^- \;\; H{-}\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}{-}\overset{\substack{CH_3 \\ |}}{CH}{-}Br \longrightarrow H_2O + \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}{=}\overset{\substack{CH_3 \\ |}}{CH} + Br^-$$

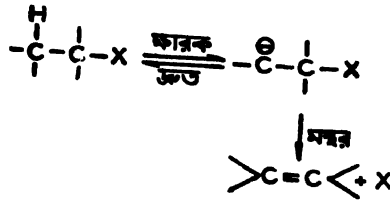
I

$$HO^- \;\; H{-}CH_2 \quad \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH_2}{-}\overset{|}{CH}{-}Br \longrightarrow H_2O + \overset{CH_2}{\overset{\|}{\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH_2}{-}CH}}$$

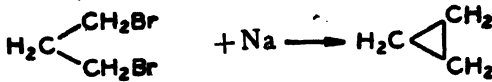
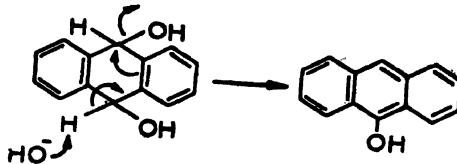
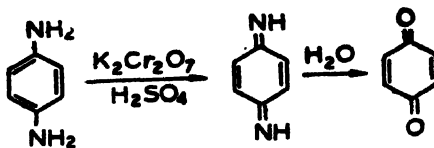
II

যৌগ I তৈরী হইবার পূর্বে যে পরিবৃত্ত অবস্থার সৃষ্টি হয় তাহাতে মিথাইল মূলক আংশিক তৈরী দ্বিবন্ধের সহিত হাইপার কনজুগেশনে অংশ নেয়। ফলে পরিবৃত্ত অবস্থার শক্তি হ্রাস পায় এবং উহা স্থায়ী হয়। কিন্তু যৌগ II তৈরী হওয়ার পূর্বে এই ধরনের হাইপার কনজুগেশন তুলনামূলকভাবে কম হয়। তাই উহার পরিবৃত্ত অবস্থা কম স্থায়ী হয়। এই কারনেই যৌগ I বেশী পরিমাণে তৈরী হয়। বেশী অ্যালকিল মূলক যুক্ত অ্যালকিন তৈরী হওয়া

সম্পর্কে বিজ্ঞানী সেট্‌জেফ (Saytzeff) প্রথম নিয়মটি উল্লেখ করেন। তাই নিয়মটিকে সেট্‌জেফ্ নিয়ম বলা হয়।

ElcB কৌশলে প্রথমে একটি β-হাইড্রোজেন প্রোটন হিসাবে বিদূরিত হইবে এবং কার্বানায়ন তৈরী হইবে। তারপর কার্বানায়ন হইতে নিউক্লিয়াস-প্রিয় বিকারক বাহির হইয়া যাইবে।

$$-\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}-\underset{|}{\overset{|}{C}}-X \underset{\text{দ্রুত}}{\overset{\text{কারক}}{\rightleftharpoons}} -\overset{\ominus}{C}-\underset{|}{\overset{|}{C}}-X \xrightarrow{\text{মন্থর}} >C{=}C< + X$$

এখানে কার্বানায়নটি বিক্রিয়কের অণুবন্ধী কারক।

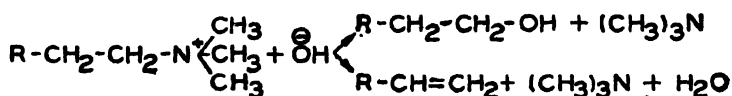
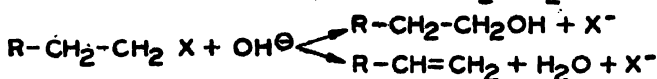
γ-বর্জন ক্রিয়ার একটি উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে। 1, 3-ডাইব্রোমো-প্রপেন ধাতব সোডিয়ামের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সাইক্লোপ্রপেন উৎপন্ন করে।

$$H_2C(CH_2Br)_2 + Na \longrightarrow H_2C\triangleleft(CH_2)_2$$

9, 10—ডাইহাইড্রক্সি ডাইহাইড্রোঅ্যানথ্রাসিন হইতে 10-হাইড্রক্সি-অ্যানথ্রাসিন প্রস্তুত করা 1,3-বর্জন ক্রিয়ার একটি উদাহরণ বলা যাইতে পারে।

প্যারা-ফিনাইলিনডাইঅ্যামাইন (P-Phenylenediamine) হইতে কুইনান (Quinone) তৈরী হইবার সময় প্রথমে ইমাইন (imine) সৃষ্টি হয়। 1,6-বর্জন ক্রিয়ার উদাহরণ বলা যাইতে পারে।

পরিশেষে উল্লেখ করি যে প্রতিস্থাপন ক্রিয়ার সঙ্গে সঙ্গে প্রায় সময়ই বর্জন-ক্রিয়া চলে। উদাহরণস্বরূপ অ্যালকোহলের সহিত অজৈব অ্যাসিডের বিক্রিয়া

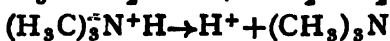
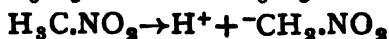
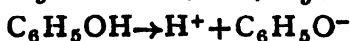
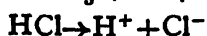
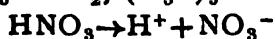
বা অ্যালকিল হ্যালাইডের সহিত ক্ষারের বিক্রিয়া অথবা কোয়াটার্নারী অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিয়োজনের উল্লেখ করা যাইতে পারে।

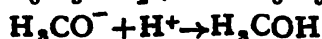
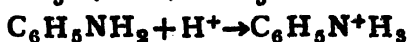
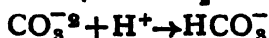
$$R-CH_2-CH_2OH + HX \rightarrow R-CH_2-CH_2X + H_2O$$
$$ \rightarrow R-CH=CH_2 + H_2O + HX$$

$$R-CH_2-CH_2X + OH^{\ominus} \rightarrow R-CH_2-CH_2OH + X^-$$
$$\phantom{R-CH_2-CH_2X + OH^{\ominus}} \rightarrow R-CH=CH_2 + H_2O + X^-$$

$$R-CH_2-CH_2-N^+(CH_3)_3 + \overset{\ominus}{O}H \rightarrow R-CH_2-CH_2-OH + (CH_3)_3N$$
$$ \rightarrow R-CH=CH_2 + (CH_3)_3N + H_2O$$

অম্ল, ক্ষারক ও উহাদের শক্তি :

গোড়ার দিকে অম্ল সেই যৌগকে বলা হইত যাহা দ্রবণে H^+ দেয় এবং এবং ক্ষারক তাহারাই যাহারা $\overset{\ominus}{O}H$ দেয়। কিন্তু দেখা গেল যে এমন অনেক যৌগ রহিয়াছে যাহাদের এই মাপকাঠিতে বিচার করিলে অম্ল ও ক্ষারক বলা চলে না অথচ উহারা অম্ল ও ক্ষারকের মতই ক্রিয়া করে। তাই 1923 সালে ব্রনস্টেড (Bronsted) অম্ল ও ক্ষারকের নতুন সংজ্ঞা দিলেন। তাঁহার মতে যে যৌগ প্রোটন H^+ ছাড়িয়া দিবে তাহা অম্ল ও যে যৌগ প্রোটন গ্রহণ করিবে তাহা ক্ষারক। সুতরাং HNO_3, HCl, $H_3C.COOH$, C_6H_5OH যেমন অম্ল তেমনি $H_3C.NO_2$, $(H_3C)_3N^+H$ কেও অম্ল বলা হয়।

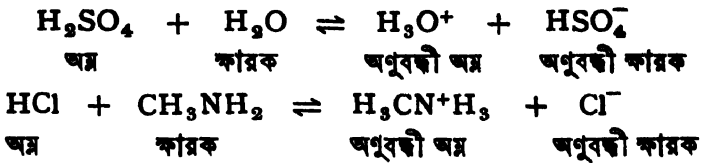
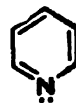
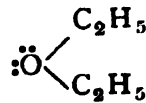
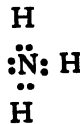
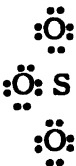
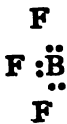
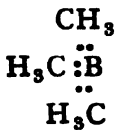
$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$
$$H_3C.COOH \rightarrow H^+ + H_3C.COO^-$$
$$C_6H_5OH \rightarrow H^+ + C_6H_5O^-$$
$$H_3C.NO_2 \rightarrow H^+ + {}^-CH_2.NO_2$$
$$(H_3C)_3N^+H \rightarrow H^+ + (CH_3)_3N$$

উপরোক্ত যৌগগুলি হইতে প্রোটন বিযুক্ত হইবার পর যাহা অবশিষ্ট রহিল তাহাকে অণুবন্ধী ক্ষারক (Conjugate base) বলে। অণুরূপ ভাবে বলা যায় যে ^-OH, CO_3^{-2}, $C_6H_5NH_2$, CH_3O^- ইত্যাদি ক্ষারক।

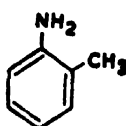
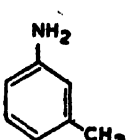
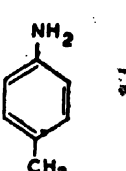
$$^-OH + H^+ \rightarrow H_2O$$
$$CO_3^{-2} + H^+ \rightarrow HCO_3^-$$
$$C_6H_5NH_2 + H^+ \rightarrow C_6H_5N^+H_3$$
$$H_3CO^- + H^+ \rightarrow H_3COH$$

ক্ষারকে প্রোটন যুক্ত হইবার পর যাহা তৈরী হইল তাহা অণুবন্ধী অম্ল (Conjugate acid)। সুতরাং অম্ল ও ক্ষারকের ক্রিয়া যুক্তভাবে দেখাইলে দাঁড়ায় নিম্নরূপ।

$$H_2SO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HSO_4^-$$

অম্ল ক্ষারক অণুবন্ধী অম্ল অণুবন্ধী ক্ষারক

$$HCl + CH_3NH_2 \rightleftharpoons H_3CN^+H_3 + Cl^-$$

অম্ল ক্ষারক অণুবন্ধী অম্ল অণুবন্ধী ক্ষারক

এই সংজ্ঞার মধ্যেই সীমাবদ্ধ না রাখিয়া লিউইস (Lewis) অম্ল ও ক্ষারকের অপর একটি সংজ্ঞা দিলেন। তাঁহার সংজ্ঞানুযায়ী অম্ল সেই যৌগকে বলা হইবে যাহার একটি ইলেকট্রন যুগল গ্রহণ করিবার ক্ষমতা আছে এবং ক্ষারক তাহাকেই বলা হইবে যাহার একটি ইলেকট্রন যুগল দান করিবার ক্ষমতা আছে। সুতরাং অম্লে এমন একটি পরমাণু থাকিবে যাহার প্রয়োজনের তুলনায় কম ইলেকট্রন রহিয়াছে এবং ক্ষারকে এমন একটি পরমাণু থাকিবে যাহার অব্যবহৃত একটি ইলেকট্রন যুগল থাকিবে। তাই ট্রাইমিথাইল বোরন (Trimetlyl boron), বোরন ট্রাইফ্লোরাইড, সালফার ট্রাইঅক্সাইড—ইহারা অম্ল। অপরদিকে অ্যামোনিয়া, ডাইইথাইল ইথার, পিরিডিন—ইহারা ক্ষারক। লিউইস অম্লকে ইলেকট্রনপ্রিয় বিকারক ও লিউইস ক্ষারককে নিউক্লিয়াসপ্রিয়

বিকারক বলা হয়। এখানে শুধু কিছু জৈব অম্ল ও কিছু জৈব ক্ষারকের শক্তি-সম্পর্কেই আলোচিত হইবে।

জৈব অম্ল : নিম্নে কয়েকটি অ্যালিফ্যাটিক অ্যাসিড ও উহাদের pka মান দেওয়া হইল।

অ্যাসিড	pKa
$HCOOH$	3.77
$H_3C.COOH$	4·76
$H_3C.CH_2.COOH$	4·88
$H_3C.CH_2.CH_2.COOH$	4·82
$H_3C.CHCH_3.CH_2.COOH$	4·86
$H_3C.CH_2.CH_2.CH_2.COOH$	4·86
$H_3C.C\,CH_3.COOH$ (নীচে CH_3)	5·05
$F.CH_2.COOH$	2·66
$Cl.CH_2.COOH$	2·86
$Br.CH_2.COOH$	2·90
$I.CH_2.COOH$	3·16
$Cl_2.CH.COOH$	1·29
$Cl_3.C.COOH$	0·65
$HOOC.COOH$	1·23
$HOOC.CH_2.COOH$	2·83
$HOOC.CH_2.CH_2.COOH$	4·19

উপরের উপাত্ত হইতে দেখা যায় মনোকার্বক্সিলিক অ্যাসিডগুলির মধ্যে ফরমিক অ্যাসিডের pKa মান সবচেয়ে কম (pKa মান যত কম হইবে অ্যাসিড তত বেশী তীব্র হইবে)। অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে আরম্ভ করিয়া অন্যান্য অ্যাসিডগুলিতে—COOH মূলকের সহিত অ্যালকিল গ্রুপ যুক্ত রহিয়াছে। অ্যালকিল গ্রুপ ইলেকট্রন-ত্যাগী। তাই পরিত্যক্ত ইলেকট্রন ইন্‌ডাকটিভ এফেক্টের ফলে কার্বন-অক্সিজেন বন্ধের দিকে ধাবিত হইবে। ফলে অক্সিজেনের প্রোটন টানিয়া রাখার ক্ষমতা বাড়িবে। তাই উহারা ফরমিক অ্যাসিডের তুলনায় কম শক্তিশালী। আবার হ্যালোজেন যুক্ত অ্যাসিডগুলির pKa মান ইনডাকটিভ এফেক্টের কারণেই অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে কম হয়। কারণ F, Cl, Br, I ইহারা ঋণাত্মক তড়িৎধর্মী বলিয়া কার্বন-অক্সিজেনের বন্ধের ইলেকট্রন নিজেদের দিকে টানে। ঠিক একই কারণে ডাইক্লোরোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড ও ট্রাইক্লোরোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড তীব্র অ্যাসিড হয়। কার্বক্সিল

গ্রুপ ইলেকট্রন-গ্রাহী বলিয়া ফরমিক অ্যাসিড হইতে অক্সালিক অ্যাসিড বেশী তীব্র। কিন্তু অন্যান্য ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিডে কার্বক্সিল গ্রুপগুলির দূরত্ব বাড়িয়া যাওয়ার সাথে সাথে আবার তীব্রতাও কমিয়া যায়।

অ্যারোমেটিক অ্যাসিডগুলির pKa মান বিচার করিলে দেখা যায় বেনজোয়িক অ্যাসিড (pKa=4·17) হইতে থ্যালিক অ্যাসিড (Phthalic acid, pKa=2·98) বেশী তীব্র। কিন্তু—COOH গ্রুপগুলির দূরত্ব বাড়িবার সাথে সাথে pKa মান বাড়িয়া যায় (আইসোনথ্যালিক অ্যাসিডের pKa মান 3·46 ও টেরেফ্‌থ্যালিক অ্যাসিডের pKa মান 3·51)।

জৈব ক্ষারক : নিম্নে কয়েকটি অ্যালিফ্যাটিক ও অ্যারোমেটিক ক্ষারকের pKb মান দেওয়া হইল।

ক্ষারক	pKb
H_3CNH_2	3·36
$(H_3C)_2NH$	3·23
$(CH_3)_3N$	4·20
$C_2H_5NH_2$	3·33
$C_2H_5NH.C_2H_5$	3·07
$(C_2H_5)_3N$	3·12
$C_6H_5NH_2$	9·38
$C_6H_5NHCH_3$	9·60
$C_6H_5N(CH_3)_2$	9·62

ক্ষারক	pKb
NH_2, CH_3 (ortho)	9.62
NH_2, CH_3 (meta)	9.33
NH_2, CH_3 (para)	9.00

উপরের pKb মান ইনডাকটিক একেক্ট দিয়া বিশ্লেষণ করা যায়। অ্যালকিল গ্রুপ ইলেকট্রন-ত্যাগী এবং ইলেকট্রন ত্যাগের ফলে নাইট্রোজেনের প্রোটন গ্রহণের ক্ষমতা বাড়িয়া যায়। আবার ফিনাইল গ্রুপ ইলেকট্রন গ্রাহী বলিয়া নাইট্রোজেনের প্রোটন গ্রহণের ক্ষমতা কমিয়া যায়।

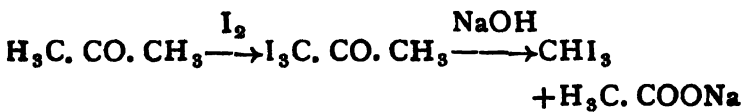
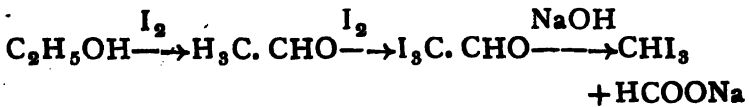
তৃতীয় অধ্যায়

প্রস্তুত প্রণালী

আয়োডোফর্ম (Iodoform) :

আয়োডোফর্ম সাধারণতঃ অ্যাসিটোন বা ইথাইল অ্যালকোহল হইতে প্রস্তুত করা হয়। বিক্রিয়াটি সমীকরণের সাহায্যে নিম্নলিখিত ভাবে দেখাইতে পারা যায়।

$$C_2H_5OH \xrightarrow{I_2} H_3C.CHO \xrightarrow{I_2} I_3C.CHO \xrightarrow{NaOH} CHI_3 + HCOONa$$

$$H_3C.CO.CH_3 \xrightarrow{I_2} I_3C.CO.CH_3 \xrightarrow{NaOH} CHI_3 + H_3C.COONa$$

বিক্রিয়া কৌশল সম্পর্কে যতদূর জানা গিয়াছে তাহাতে দেখা যায় বিক্রিয়ার হার ∝[অ্যাসিটোন] $[OH^-]$। অ্যাসিট্যালডিহাইডের ক্ষেত্রেও একই কথা বলা যাইতে পারে। বিক্রিয়া আয়োডিনের গাঢ়ত্বের উপর নির্ভরশীল নয়। মন্থর ক্রিয়ায় প্রথমে ∝-হাইড্রোজেন একটি একটি করিয়া ক্ষারক টানিয়া নেয় ও কার্বানায়নের সৃষ্টি হয়। তৎপর দ্রুত ক্রিয়ায় কার্বানায়ন আয়োডিনের সহিত মিলিত হয়। ট্রাইআয়োডোঅ্যাসিট্যালডিহাইড বা ট্রাইআয়োডো-অ্যাসিটোন তারপর ক্ষারকের সহিত বিক্রিয়ায় বিশ্লিষ্ট হয় ও আয়োডোফর্ম তৈরী করে।

ইনডাকটিভ এফেক্টের ফলে কার্বন-আয়োডিনের সমযোজী বন্ধের ইলেকট্রন আয়োডিন প্রতিনিয়ত নিজের দিকে টানিতে থাকে। তাই কার্বন-কার্বন বন্ধের ইলেকট্রনও আয়োডিন যুক্ত কার্বন বেশী করিয়া টানে। ফলে ক্ষারকের সাহায্যে যৌগ ভাঙ্গিয়া ফেলিতে পারা যায় ও আয়োডোফর্ম তৈরী হয়।

এখানে একটি কথা বলা দরকার। ইথাইল অ্যালকোহল হইতে যে পরিমাণ আয়োডোফর্ম পাওয়া যায় তাহা হইতে অ্যাসিটোন বেশী তাড়াতাড়ি ও বেশী পরিমাণে আয়োডোফর্ম তৈরী করে। অ্যাসিটোনের ক্ষেত্রে জারণের

দরকার পড়ে না অথচ ইথাইল অ্যালকোহলের জারণ প্রয়োজন। সম্ভবতঃ ইহাই কারণ হইবে।

$$H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightleftharpoons{\overset{\ominus}{OH}\text{, মন্থর}} H_2\overset{\ominus}{C}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2O$$

$$H_2\overset{\ominus}{C}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{I_2\text{, দ্রুত}} IH_2C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + I^-$$

$$IH_2C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightleftharpoons{\overset{\ominus}{OH}} IH\overset{\ominus}{C}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2O$$

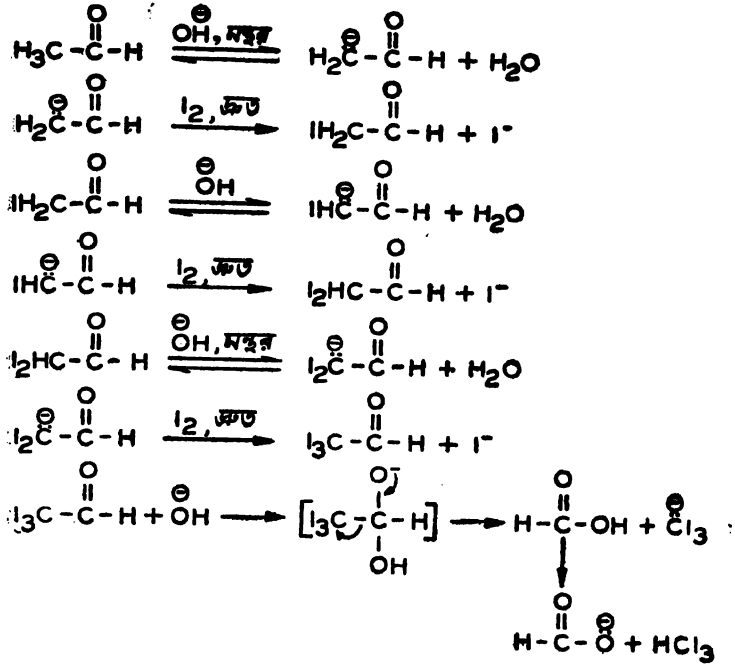
$$IH\overset{\ominus}{C}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{I_2\text{, দ্রুত}} I_2HC-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + I^-$$

$$I_2HC-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightleftharpoons{\overset{\ominus}{OH}\text{, মন্থর}} I_2\overset{\ominus}{C}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2O$$

$$I_2\overset{\ominus}{C}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{I_2\text{, দ্রুত}} I_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + I^-$$

$$I_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \overset{\ominus}{OH} \longrightarrow \left[I_3C-\underset{OH}{\overset{O^-}{C}}-H\right] \longrightarrow H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + \overset{\ominus}{C}I_3$$

$$\downarrow$$

$$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{\ominus}{O} + HCI_3$$

(i) **অ্যাসিটোন হইতে প্রস্তুত প্রণালী :**

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

অ্যাসিটোন—	2 মি. লি.
10% KI দ্রবণ—	60 মি. লি.
10% NaOH দ্রবণ—	30 মি. লি.
* 2N সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট দ্রবণ	80 মি. লি.

---

* 2N সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট দ্রবণ : একটি 500 মি. মি. বিকার লইয়া তাহাতে 100 মি. লি. জলে 50 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত কর। দ্রবণ ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে 250 গ্রাম বরফচূর্ণ যোগ কর। এইবার বিকারটি একটি সাধারণ তুলাযন্ত্রে বসাইয়া বিকারে ক্লোরিন গ্যাস পাঠাইতে থাক যতক্ষণ না ওজন 36 গ্রাম বাড়ে। তারপর জল যোগ করিয়া দ্রবণের আয়তন 500 মি.লি. কর। ঠাণ্ডা ও অন্ধকার জায়গায় দ্রবণ রাখ।

প্রথমে একটি 500 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া উহাতে 2 মি. লি. অ্যাসিটোন, 60 মি. লি. পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ ও 30 মি. লি. সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ঢাল। তারপর উহাতে 80 মি. লি. সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট দ্রবণ যোগ কর। ফ্লাস্কের ভিতরে দ্রব্যগুলি ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। হলুদ রংয়ের আয়োডোফর্ম অধঃক্ষিপ্ত হইবে। এইবার উহাদের সাধারণ উষ্ণতায় (room temperature) 15 মিনিটের জন্য রাখিয়া দাও। উক্ত সময়ের মধ্যে আয়োডোফর্ম সবটুকু পাত্রের নীচে জমা হইবে। এইবার পাম্পের সাহায্যে ফিলটার কর। ভাল করিয়া জল দিয়া আয়োডোফর্ম ধৌত কর। আয়োডোফর্মের সহিত মিশ্রিত অন্যান্য লবণ ধৌত করার ফলে দূর হইবে। এইবার অপদ্রব্য মিশ্রিত আয়োডোফর্ম একটি গোলতল-ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে সামান্য মিথিলেটেড স্পিরিট মিশাও। ফ্লাস্কে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক (Reflux water-condenser) লাগাইয়া তারপর ইহাকে একটি জলগাহে রাখিয়া উত্তপ্ত কর। ফ্লাস্কের তরল ফুটিতে থাকিবে। এইবার আরও মিথিলেটেড স্পিরিট ঢাল যতক্ষণ না সমস্তটুকু আয়োডোফর্ম দ্রবীভূত হয়। তারপর বেশী ভাঁজের ফিলটার পেপারের (fluted filter-paper) মধ্য দিয়া উষ্ণ দ্রবণটিকে ফিলটার কর। পরিস্রুত একটি বিকারে লইয়া বরফ-জলে (ice-water) ঠাণ্ডা কর। আয়োডোফর্ম তাড়াতাড়ি কেলাসিত হইয়া যাইবে। পাম্পের সাহায্যে ফিলটার কর। সমস্ত তরলটুকু পড়িয়া যাইতে দাও। তারপর কেলাসিত আয়োডোফর্ম শুষ্ক কর। উৎপন্ন আয়োডোফর্মের মোট পরিমাণ হইবে 3·5 গ্রাম এবং গলনাংক 119°C। কেলাসের বর্ণ হলুদ ও বিশেষ ধরনের গন্ধ রহিয়াছে।

(ii) ইথাইল অ্যালকোহল হইতে প্রস্তুত প্রণালী :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

ইথাইল অ্যালকোহল—	20 মি. লি.
আয়োডিনের চূর্ণ—	10 গ্রাম
সোডিয়াম কার্বনেট—	30 গ্রাম

প্রথমে একটি 500 মি. লি. বিকার লইয়া তাহাতে 100 মি. লি. জলে 30 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত কর। তারপর উহাকে উত্তপ্ত কর যাহাতে উষ্ণতা 70°C হয়। এইবার উহাতে 20 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল ও 10 গ্রাম আয়োডিনচূর্ণ যোগ কর। তৎপর ভাল করিয়া

নাড়িয়া দাও। মিশ্রণের বর্ণ ঈষৎ হলুদ হইবে। মিশ্রণ ঠাণ্ডা হইতে থাকিবে আর আয়োডোফর্মের কেলাস পৃথক হইতে থাকিবে। উষ্ণতা ঘরের উষ্ণতায় (room temperutare) পৌছাইলে আরও কয়েক মিনিট রাখিয়া দাও। পাম্পের সাহায্যে ফিলটার কর। কেলাসগুলি ঠাণ্ডা জলের সাহায্যে ভাল করিয়া ধৌত কর। এইবার আগের প্রণালীর ন্যায় কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর।

উৎপন্ন আয়োডোফর্মের মোট পরিমাণ—3 গ্রাম ও গলনাংক 119°C।

ইথাইল অ্যাসিটেট (Ethyl acetate): অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও ইথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় ইথাইল অ্যাসিটেট তৈরী হয়। এই প্রক্রিয়াকে এস্টার-করণ (Esterification) বলে। বিক্রিয়া উভমুখী।

$$H_3C.COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons H_3C.COOC_2H_5 + H_2O$$

যদি কোন অণুঘটক অজৈব অ্যাসিড ব্যবহার করা না হয় তবে সাম্যাবস্থা (equilibrium) পৌছাইতে কয়েকদিন সময় লাগিবে। তাই বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করার জন্য এখানে ঘন H_2SO_4 অণুঘটক হিসাবে দেওয়া হয়। বিক্রিয়ার গতি দক্ষিণে চালিত করিয়া উৎপন্ন পদার্থ বেশী পরিমাণে পাইতে হইলে তাহা তিন প্রকারে করা যাইতে পারে: (i) কোন একটি বিক্রিয়ক বেশী করিয়া যোগ করিয়া (ii) উৎপন্ন এস্টার অথবা জল নিত্য স্ফুটনাংকী মিশ্রণ হিসাবে বাহির করিয়া (iii) কোন নিরুদকের সাহায্যে জল বাহির করিয়া লইয়া। ঘন H_2SO_4 একদিকে যেমন বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে অপরদিকে জল শোষণ করিয়া উৎপন্ন পদার্থ পাইতে বেশী পরিমাণে সাহায্য কার।

এস্টার-করণ তিন ধরনের কৌশলে হইতে পারে। যথা:—

(i) অ্যাসিড অণুঘটিত দ্বিতীয় ক্রম অ্যাসাইল-অক্সিজেন বিভাজন (Acid Catalysed Bimolecular acyl-oxygen fission সংক্ষেপে A_{AC} 2)।

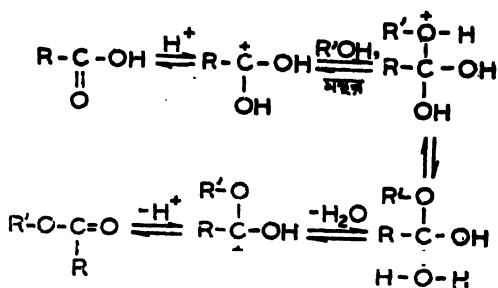
(ii) অ্যাসিড অণুঘটিত প্রথম ক্রম অ্যাসাইল অক্সিজেন বিভাজন (Acid Catalysed Unimoecular acyl-oxogen fisson সংক্ষেপে A_{AC}I)।

(iii) অ্যাসিড অণুঘটিত প্রথম ক্রম অ্যালকিল অক্সিজেন বিভাজন (Acid Catalysed Unimolecular alkyl-oxygen fission সংক্ষেপে A_{AL} I)। ইহাদের মধ্যে প্রথম কৌশলটিতেই A_{AC}2 বেশী বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। কিছু কিছু বিক্রিয়া A_{AC} 1 বা A_{AL} 1 কৌশলে চলে। পরীক্ষাতে দেখা গিয়াছে যে এস্টারের আর্দ্রবিশ্লেষণে অ্যাসাইল-অক্সিজেন বিভাজন হয়। তাই

একথা বলা চলে যে অ্যাসিড ও অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় এস্টার তৈরী হইবার সময় অ্যাসিড হইতে হাইড্রক্সিল গ্রুপ বিদূরিত হয়। ইহাকে কাজে লাগাইয়া এস্টার-করণের বিক্রিয়া কৌশলটি $A_{AC}2$ নিম্নলিখিতভাবে লেখা যাইতে পারে।

$$R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} R-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{+}{C}}-OH \underset{\text{মন্থর}}{\overset{R'OH}{\rightleftharpoons}} \begin{matrix} R'-\overset{+}{O}-H \\ | \\ R-C-OH \\ | \\ OH \end{matrix}$$

$$\Updownarrow$$

$$R'-O-\underset{\underset{R}{|}}{C}=O \overset{-H^+}{\rightleftharpoons} \begin{matrix} R'-O \\ | \\ R-\overset{}{C}-OH \\ + \end{matrix} \overset{-H_2O}{\rightleftharpoons} \begin{matrix} R'-O \\ | \\ R-C-OH \\ | \\ H-\overset{+}{O}-H \end{matrix}$$

প্রোটন H^+ কার্বনিল অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয় ও কার্বনিল কার্বনকে তড়িৎ ধনাত্মকে পরিণত করে। ফলে তড়িৎ ধনাত্মক কার্বন নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক অ্যালকোহলের সহিত মন্থর ক্রিয়ায় যুক্ত হয়।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

ইথাইল অ্যালকোহল—	20 মি. লি
ঘন H_2SO_4—	4 মি. লি
অ্যাসেটিক অ্যাসিড—	20 মি. লি
নিরুদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড—	10 গ্রাম।

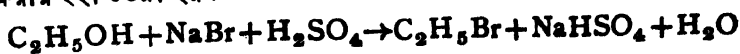
একটি গোলতল ফ্লাস্ক (250 মি. লি) লইয়া উহাতে 20 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও 20 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল ঢাল। তারপর ভাল করিয়া মিশাইয়া লও। এইবার আস্তে আস্তে 4 মি. লি. ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড ফ্লাস্কে ঢাল। একটু একটু ঢালিবার সময় ফ্লাস্ক উত্তপ্ত হইয়া যাইবে। উহাকে ঠাণ্ডা করিতে হইবে এবং ভাল করিয়া ঝাঁকাইতে হইবে। যখন দেখিবে যে ঝাঁকাইবার পর সবগুলি তরল মিশিয়া গিয়াছে তখন উহাতে রিফ্লাক্স জল-শীতক (Reflux water-condenser) লাগাইয়া একটি তার-জালির উপর বসাইয়া 15 মিনিটের জন্ত মৃদু ফুটাও। এইবার সাধারণ পাতনের স্তায় গোলতল-ফ্লাস্কের সহিত শীতককে লাগাইয়া তাহার সহিত একটি গ্রাহক যুক্ত কর ও তরল পাতিত কর। তরল মিশ্রণটির দুই-তৃতীয়াংশ

যখন পাতিত হইয়া গ্রাহকে জমা হইবে তখন পাতন বন্ধ কর। পাতিত অংশকে একটি বিয়োজী ফানেলে লইয়া তাহাতে 10 মি. লি 30% সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ যোগ কর এবং মুখটি বন্ধ করিয়া ঝাঁকাও। প্রচুর কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হইবে। তাই মাঝে মাঝে নিয়মিত বিরতিতে মুখটি খুলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দাও। কিছুক্ষণ বিয়োজী ফানেলটি রাখিয়া দিলে তরলের মিশ্রণ দুইটি পৃথক স্তরে আলাদা হইবে। এইবার নীচের জলীয় স্তরটি সম্পূর্ণরূপে বাহির করিয়া ফেল। 10 গ্রাম ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের 10 মি. লি. জলে একটি দ্রবণ তৈরী করিয়া বিয়োজী ফানেলে যোগ কর এবং ভাল করিয়া ঝাঁকাও। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ইথাইল-অ্যাসিটেটের স্তরে থাকা ইথাইল-অ্যালকোহলটুকু বাহির করিয়া আনিবে। পূর্বের ন্যায় তরলের মিশ্রণ দুইটি স্তরে আলাদা হইয়া গেলে নিম্নের জলীয় স্তর বাহির করিয়া আন। বিয়োজী ফানেল হইতে ইথাইল-অ্যাসিটেট বাহির করিয়া একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে ঢাল। উহাতে কয়েক টুকরা নিরুদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড যোগ কর ও মাঝে মাঝে ঝাঁকাও। এইভাবে 25 মিনিট রাখিয়া দিলে ইথাইল-অ্যাসিটেট শুষ্ক হইয়া যাইবে। অপদ্রব্য মিশ্রিত ইথাইল-অ্যাসিটেট বেশী ভাঁজের ফিল্টার পেপারের সাহায্যে ফিল্টার করিয়া একটি পাতন ফ্লাস্কে ঢাল। ফ্লাস্কে কয়েক টুকরা অনুজ্জ্বল পোর্সেলিন দাও। তারপর একটি থার্মোমিটার, একটি জলশীতক ও একটি গ্রাহক ফ্লাস্কের সহিত লাগাইয়া ফ্লাস্কটিকে একটি জল-গাহে বসাও ও উত্তপ্ত কর। 74°C—79°C উষ্ণতায় যে পাতিত অংশ গ্রাহকে জমা হইবে তাহাই ইথাইল-অ্যাসিটেট ; বর্ণহীন ও অনেকটা আপেলের গন্ধের মত ইহার গন্ধ।

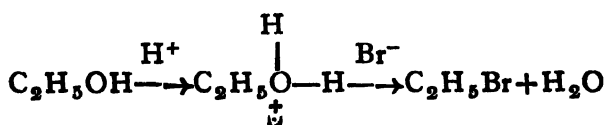
উৎপন্ন ইথাইল-অ্যাসিটেটের পরিমাণ—20 গ্রাম। ইহার স্ফুটনাংক হইবে 77°C

ইথাইল ব্রোমাইড (Ethyl bromide) :

ইথাইল ব্রোমাইড বর্ণহীন তরল। ইহার স্ফুটনাংক 38°C ও ঘনত্ব 1·45। ইথাইল অ্যালকোহল হইতে সালফিউরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম ব্রোমাইডের বিক্রিয়ায় ইহা তৈরী হয়।

$$C_2H_5OH + NaBr + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5Br + NaHSO_4 + H_2O$$

অ্যালিফ্যাটিক প্রতিস্থাপন ক্রিয়ায় ইহা একটি উদাহরণ। উক্ত বিক্রিয়ায়

বিদায়ী গ্রুপ OH^- এবং প্রবেশকারী গ্রুপ Br^-। যেহেতু OH^- তীব্রভাবে ক্ষারকীয় সুতরাং অ্যালকোহল সহজে ধ্রুবীয় হয় না। তাই সহজে $\overset{\ominus}{OH}$ Br^- দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় না। কিন্তু আম্লিক মাধ্যমে H^+ সহজে দ্রুতক্রিয়ায় ইলেকট্রন সমৃদ্ধ অক্সিজেনে যুক্ত হয় এবং ধনাত্মক আধানযুক্ত অণু তৈরী হয়। এইবার সহজেই নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারকের আক্রমণে H_2O বাহির হইয়া যায় ও ব্রোমাইড তৈরী হয়। যতদূর অনুমান করা গিয়াছে তাহাতে S_N2 কৌশলে প্রতিস্থাপন ক্রিয়া চলে একথা বলা যাইতে পারে ;

$$C_2H_5OH \xrightarrow{H^+} C_2H_5\overset{\overset{H}{|}}{\underset{+}{O}}-H \xrightarrow{Br^-} C_2H_5Br + H_2O$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

ইথাইল অ্যালকোহল—	18·5 মি. লি.
ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড—	20 মি. লি.
সোদক সোডিয়াম ব্রোমাইড—	17·5 গ্রাম.

একটি পাতন ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 18·5 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল 13 মি.লি. জল ঢাল। এইবার ধীরে ধীরে একটু একটু করিয়া ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (20 মি. লি) উহাতে দাও। ভাল করিয়া ঝাঁকাও ও যখনই গরম হইয়া যাইবে তখনই উহাকে ট্যাপের নীচে ধরিয়া ঠাণ্ডা কর। অ্যাসিড মিশানো সম্পূর্ণ হইলে উহাতে 17·5 গ্রাম সোদক সোডিয়াম ব্রোমাইড যোগ কর। তৎক্ষণাৎ ফ্লাস্কের মুখে একটি জল-শীতক ও জল-শীতকের সহিত একটি অ্যাডাপটার লাগাও। অ্যাডাপটারের অপর মুখটি একটি ছোট কনিক্যাল ফ্লাস্কের মধ্যে রাখা 50 মি. লি. জলে যেন ডুবানো থাকে। কনিক্যাল ফ্লাস্কটি একটি পাত্রে রাখা বরফ-জলের মিশ্রণে বসাইয়া দাও। পাতন-ফ্লাস্কটি একটি বালি-গাহে (Sand bath) বসাইয়া মৃদু উত্তপ্ত কর। শীতকের বহির্জে প্রচুর পরিমাণে ঠাণ্ডা জল প্রবাহিত কর। ইথাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন হইবে এবং পাতিত হইয়া কনিক্যাল ফ্লাস্কে রাখা জলের নীচে জমা হইবে। উত্তপ্ত করিবার সময় যদি দেখা যায় যে পাতনফ্লাস্কে প্রচুর পরিমাণে ফেনা (Froth) তৈরী হইতেছে তাহা হইলে উত্তাপ কমাইয়া দিবে। যখন দেখিবে আর ইথাইল ব্রোমাইড জমা হইতেছে না তখন কনিক্যাল ফ্লাস্কের মিশ্রণ

একটি বিয়োজী ফানেলে ঢাল এবং নীচের ভারী স্তরটি (যাহা ইথাইল ব্রোমাইড) ধীরে ধীরে বাহির করিয়া আন। ফানেলের মধ্যে যে জলীয় স্তর রহিয়াছে তাহা ফেলিয়া দিয়া উক্ত ফানেলে ইথাইল ব্রোমাইডটুকু ঢালিয়া লও। তাহাতে 10% Na_2CO_3 দ্রবণের সম পরিমাণে মিশাইয়া মুখটি বন্ধ করিয়া ঝাঁকাও। মাঝে মাঝে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দিবার জন্ত মুখটি খুলিয়া দাও। যখন দেখিবে CO_2 আর বাহির হইতেছে না তখন নীচের ভারী স্তর বাহির করিয়া আন এবং উপরের জলীয় স্তর ফেলিয়া দাও। প্রাপ্ত ইথাইল ব্রোমাইড আবার বিয়োজী ফানেলে লইয়া উহাতে সমপরিমাণ জল মিশাইয়া ঝাঁকাও। এই প্রক্রিয়ার ফলে সামান্ত পরিমাণে Na_2CO_3 যাহা ইথাইল ব্রোমাইডে ছিল তাহাও দূর হইবে। ইহার পর নীচের ইথাইল ব্রোমাইডের ভারী স্তর একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে কয়েক টুকরা নিরুদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দাও। ফ্লাস্কের মুখটি ভাল করিয়া বন্ধ করিয়া মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দাও। আনুমানিক 25 মিনিটের মধ্যে তরলটি শুষ্ক হইয়া যাইবে ও স্বচ্ছ হইবে।

ভাঁজ করা ফিল্টার পেপারের সাহায্যে ইথাইল ব্রোমাইড ফিল্টার করিয়া একটি পাতন ফ্লাস্কে লও। তারপর উহার মুখে একটি থার্মোমিটার ও জল-শীতক লাগাও। শীতকের অপর মুখটি একটি ওজন করা শুষ্ক ছোট কনিক্যাল ফ্লাস্কের গলা পর্যন্ত পৌছাইয়া দাও। কনিক্যাল ফ্লাস্কটিকে এইবার একটি পাত্রে রাখিয়া বরফ-জলে বসাও। শীতকে প্রচুর পরিমাণে ঠাণ্ডা জল প্রবাহিত কর। পাতন ফ্লাস্কটিকে একটি জলগাহে বসাইয়া উত্তপ্ত কর। 35°C—40°C উষ্ণতায় যে অংশ পাতিত হইয়া আসিবে তাহা সংগ্রহ কর। ইহাই ইথাইল ব্রোমাইড।

উৎপন্ন ইথাইল ব্রোমাইডের পরিমাণ—11·5 গ্রাম ;
ও ইহার স্ফুটনাংক—38°C।

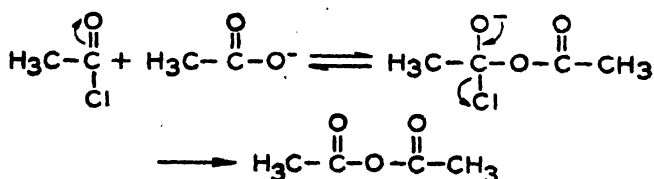
অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড (Acetic anhydride) :

অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড বর্ণহীন ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত তরল। ইহার স্ফুটনাংক 138°C এবং ঘনত্ব 1·08। নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেটের সহিত অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের তৈরী হয়।

$$H_3C.COONa + CH_3COCl \rightarrow H_3C.\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + NaCl.$$

এই বিক্রিয়া কৌশলটি নিম্নলিখিতভাবে লেখা যাইতে পারে।

$$H_3C-\underset{Cl}{\underset{|}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}}} + H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- \rightleftharpoons H_3C-\underset{Cl}{\underset{|}{\overset{O^-}{\overset{|}{C}}}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

$$\longrightarrow H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

কার্বন অক্সিজেনের মধ্যে অক্সিজেনের ঋণাত্মক তড়িৎ-ধর্মিতা বেশী বলিয়া কার্বন-অক্সিজেনের মধ্যেকার দ্বিবন্ধের ইলেকট্রন অক্সিজেন বেশী করিয়া নিজের দিকে টানে বলিয়া কার্বনিল কার্বনে ইলেকট্রন ঘাটতি দেখা দেয়। আবার তীব্র ঋণাত্মক তড়িৎ-ধর্মী ক্লোরিন পরমাণু কার্বনিল কার্বনে যুক্ত বলিয়া ক্লোরিনও ইনডাটিভ এফেক্টের বলে কার্বন যুক্ত বলিয়া ক্লোরিনও ইনডাকটিভ এফেক্টের বলে কার্বন-ক্লোরিণ বন্ধের ইলেকট্রন ক্লোরিণ নিজে কাছে টানিয়া লয়। ফলে কার্বনিল কার্বনে ইলেকট্রন ঘাটতি আরও বাড়িয়া যায়। তাই অ্যাসিটেট আয়নের পক্ষে কার্বনিল কার্বনে যুক্ত হওয়া সহজতর হয়।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট—	21 গ্রাম
অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড—	15 মি. লি.

প্রথমে একটি 100 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 21 গ্রাম সোডিয়াম অ্যাসিটেট ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া ঢাল। ফ্লাস্কে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাও। ফ্লাস্কটিকে বরফ-জলে বসাইয়া ভাল করিয়া ঠাণ্ডা কর। এইবার শীতকের মুখে একটি বিন্দুপাতী ফানেল লাগাও। ফানেলে 15 মি.লি. অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ঢাল। তারপর আস্তে আস্তে অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড সোডিয়াম অ্যাসিটেটে ঢাল। মিশ্রণটি ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লও। ফ্লাস্কটিকে এইবার জলগাহে বসাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত কর ; জলগাহের জল যেন সেই সময় ফুটিতে থাকে। তারপর জল-শীতক, বিন্দুপাতী ফানেল খুলিয়া পাতন করিবার জন্য একটি সংযোগকারী নলের সাহায্যে ফ্লাস্কের সহিত জল-শীতক লাগাইয়া তৎপর একটি অ্যাডাপটার ইহার সহিত সংযুক্ত কর এবং

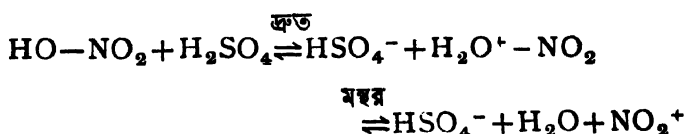
গ্রাহক বসাও। ফ্লাস্কটিকে একটি বলয়ের উপর বসাইয়া দীপ্তিমান শিখার সাহায্যে ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া সতর্কতার সহিত উত্তপ্ত কর যাহাতে ফ্লাস্ক ফাটিয়া না যায়। যখন সমস্তটুকু অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড পাতিত হইয়া গ্রাহকে জমা হইবে তখন উহা একটি পাতন ফ্লাস্কে নিয়া আংশিক পাতন কর। প্রথমে সামান্য কিছু তরল 130°C—135°C উষ্ণতায় জমা হইবে। বেশীর ভাগটাই পাতিত হইবে 135°C—140°C উষ্ণতায়।

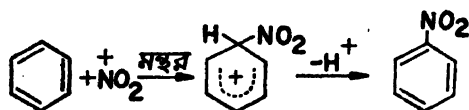
উৎপন্ন অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের পরিমাণ— 18 গ্রাম
স্ফুটনাংক— 138°C

নাইট্রোবেঞ্জিন (Nitrobenzene) :

বেঞ্জিন ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের (মিশ্র অ্যাসিড) সহিত বিক্রিয়া করিয়া নাইট্রোবেঞ্জিন উৎপন্ন করে। পরীক্ষালব্ধ ফল হইতে প্রমাণ পাওয়া গিয়াছে যে মিশ্র অ্যাসিড হইতে নাইট্রোনিয়াম আয়ন NO_2^+ উৎপন্ন হয়।

$$HO-NO_2+H_2SO_4 \underset{}{\overset{\text{দ্রুত}}{\rightleftharpoons}} HSO_4^- + H_2O^+-NO_2$$

$$\overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons} HSO_4^- + H_2O + NO_2^+$$

উক্ত নাইট্রোনিয়াম ক্যাটায়ন তারপর বেঞ্জিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া একটি মধ্যবর্তী দশা হইবে। ইহাকে 6—কমপ্লেক্স বা পেণ্টাডাইনাইল ক্যাটায়ন বলে।

$$C_6H_6 + \overset{+}{N}O_2 \xrightarrow{\text{মন্থর}} [C_6H_6(NO_2)]^+ \xrightarrow{-H^+} C_6H_5NO_2$$

নাইট্রোবেঞ্জিন হাল্‌কা হলুদ বর্ণের তরল। ইহার স্ফুটনাংক 210°C এবং ঘনত্ব 1·20।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেঞ্জিন—	14·5 মি. লি.
ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড—	17·5 মি. লি.
ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড—	20 মি. লি.

একটি 500 মি. লি. ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 17·5 মি. লি. নাইট্রিক অ্যাসিড লও। উহাতে ধীরে ধীরে 20 মি. লি. সালফিউরিক ঢাল। গরম হইলে ট্যাপের নীচে ধরিয়া ঠাণ্ডা কর। উক্ত মিশ্রণে একটি থার্মোমিটার ঝুলাও। এবার খুব আস্তে আস্তে (প্রতিবারে 2 হইতে 3 মি.লি.) 14·5 মি. লি. বেঞ্জিন উহাতে ঢাল। প্রতিবারেই মিশ্রণটিকে ভাল করিয়া ঝাঁকাও এবং উষ্ণতা 50°C-এর উপরে উঠিলেই ঠাণ্ডা করিয়া লও। সমস্ত বেঞ্জিনটুকু ঢালা হইয়া গেলে ফ্লাস্কে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাইয়া ফ্লাস্কটি একটি জলগাহে বসাও ও 45 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত কর। উষ্ণতা 60°C-এর উপরে উঠিতে দিবে না। মাঝে মাঝে ফ্লাস্কটিকে জলগাহ হইতে বাহির করিয়া লইয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লইবে। তারপর একটি বড় বিকারে 150 মি. লি. ঠাণ্ডা জল লইয়া তাহাতে ফ্লাস্কের মিশ্রণ ঢালিয়া দাও। ভারী বলিয়া নাইট্রোবেঞ্জিন বিকারের নীচে জমা হইবে। ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। উপর হইতে যতটা সম্ভব জলীয় স্তর ফেলিয়া দাও এবং বাকীটা বিয়োজী ফানেলে ঢাল। নীচের নাইট্রোবেঞ্জিনের স্তর বাহির করিয়া লও। উপরের জলীয় স্তর ফেলিয়া দাও। তারপর আবার নাইট্রোবেঞ্জিন বিয়োজী ফানেলে লইয়া উহাতে সমপরিমাণ জল মিশাইয়া ঝাঁকাও। কিছুক্ষণ রাখিয়া দাও ও পূর্বের ন্যায় নাইট্রোবেঞ্জিনের স্তর বাহির করিয়া লও ও জলীয় স্তর ফেলিয়া দাও। এইবার বিয়োজী ফানেলে নাইট্রোবেঞ্জিন লইয়া তাহাতে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ মিশাইয়া ঝাঁকাও। সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ মিশাইবার পর যদি কার্বন ডাই-অক্সাইড আর বাহির না হয় তবে বুঝিবে যে আর Na_2CO_3 দ্রবণ মিশাইতে হইবে না। পূর্বের ন্যায় নাইট্রোবেঞ্জিনের ভারী স্তর বাহির করিয়া লও। তারপর প্রাপ্ত নাইট্রোবেঞ্জিন একটি ক্ষুদ্র ফ্লাস্কে লইয়া তাহা শুষ্ক করিবার জন্য কয়েক টুকরা নিরুদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড যোগ কর। তারপর মাঝে মাঝে ঝাঁকাও। আনুমানিক 25 মিনিট পর তরল স্বচ্ছ হইবে। ভাঁজ করা ফিল্টার পেপারের সাহায্যে একটি ছোট পাতন ফ্লাস্কে ইহা ঢাল। ইহার সহিত একটি বায়ু-শীতক (air-condenser) লাগাও এবং থার্মোমিটার যুক্ত কর। এইবার পাতিত করিলে 207°C হইতে 211°C উষ্ণতার মধ্যে যে অংশ পাতিত হইয়া আসিবে তাহা একটি গ্রাহকে সংগ্রহ কর।

উৎপন্ন নাইট্রোবেঞ্জিনের পরিমাণ—17·5 গ্রাম।

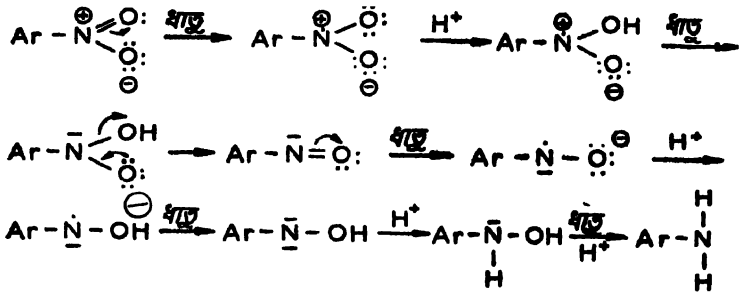
ও স্ফুটনাংক 210°C।

অ্যানিলিন (Aniline) :

নাইট্রোবেঞ্জিন টিন ও ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যানিলিন উৎপন্ন করে। অ্যাসিড ও ধাতুর ক্রিয়ায় জায়মান হাইড্রোজেন তৈরী হয়। এই জায়মান হাইড্রোজেনই নাইট্রো গ্রুপকে বিজারিত করিয়া অ্যামাইনো গ্রুপে রূপান্তরিত করে। বিক্রিয়া নিম্নলিখিত কৌশলে সম্ঘটিত হয় বলিয়া অনুমাণ করা হইয়াছে।

$$Ar-\overset{\oplus}{N}\begin{smallmatrix}=\ddot{O}: \\ -\ddot{O}:^{\ominus}\end{smallmatrix} \xrightarrow{\text{ধাতু}} Ar-\overset{\oplus}{N}\begin{smallmatrix}-\dot{O}: \\ -\ddot{O}:^{\ominus}\end{smallmatrix} \xrightarrow{H^+} Ar-\overset{\oplus}{N}\begin{smallmatrix}-OH \\ -\ddot{O}:^{\ominus}\end{smallmatrix} \xrightarrow{\text{ধাতু}}$$

$$Ar-\bar{N}\begin{smallmatrix}-OH \\ -\ddot{O}:^{\ominus}\end{smallmatrix} \longrightarrow Ar-\bar{N}=\ddot{O}: \xrightarrow{\text{ধাতু}} Ar-\dot{\underline{N}}-\ddot{O}:^{\ominus} \xrightarrow{H^+}$$

$$Ar-\dot{\underline{N}}-OH \xrightarrow{\text{ধাতু}} Ar-\bar{\underline{N}}^{\ominus}-OH \xrightarrow{H^+} Ar-\underset{H}{\bar{N}}-OH \xrightarrow[H^+]{\text{ধাতু}} Ar-\underset{H}{\overset{H}{N}}$$

[illegible] নিক দ্রব্য

নাইট্রোবেঞ্জিন—21 মি. লি.
টিন—50 গ্রাম
ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—100 মি. লি.
সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড—75 গ্রাম
সাধারণ লবণ—30 গ্রাম

একটি 500 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 21 মি. লি. নাইট্রোবেঞ্জিন ও 50 গ্রাম টিন লও। তারপর উহাতে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাও। শীতকের খোলা মুখে 4-5 বারে 100 মি. লি. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল। প্রতিবার অ্যাসিড ঢালার পর ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লও ও তীব্রভাবে মিশ্রণ ফুটিতে থাকিলে ঠাণ্ডা করিয়া লও। এইভাবে সমস্ত অ্যাসিড ঢালা হইয়া গেলে ইহাকে একটি জলগাহের উপর বসাইয়া 25 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত কর। এই সময় যেন জল-গাহের জল আস্তে আস্তে ফুটিতে থাকে। তারপর ফ্লাস্কটিকে ঠাণ্ডা করিয়া শীতক খুলিয়া ফেলিয়া উহাতে 75 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের 100 মি. লি. জলে তৈরী দ্রবণ আস্তে আস্তে যোগ কর। অতিরিক্ত অ্যাসিড ইহার ফলে প্রশমিত হইবে এবং অ্যানিলিন উৎপন্ন হইবে।

এইবার ষ্টীম-পাতন করিয়া আনুমানিক 175 মি. লি. পাতিত অংশ সংগ্রহ কর। পাতিত অংশে অ্যানিলিন বেশীর ভাগটাই আলাদা স্তর গঠন করিবে কিন্তু সামান্য পরিমাণে জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিবে। জল হইতে উক্ত অ্যানিলিনটুকু বাহির করিয়া আনিবার জন্য 30 গ্রাম সাধারণ লবণ গুঁড়া করিয়া উহাতে দাও। তারপর ভাল করিয়া ঝাঁকাও; লবণ দ্রবীভূত হইয়া যাইবে। তৎপর মিশ্রণটিকে একটি বিয়োজী ফানেলে লইয়া তাহাতে 40 মি.লি. ইথার ঢাল ও ভাল করিয়া ঝাঁকাও। মাঝে মাঝে ফানেলের মুখ খুলিয়া দিবে। কিছুক্ষণ রাখিয়া দাও দেখিবে উহারা দুইটি স্তরে আলাদা হইয়া গিয়াছে। এইবার নীচের জলীয় স্তর একটি বিকারে সংগ্রহ কর এবং ফানেলের মুখ খুলিয়া ইথার স্তর ঢালিয়া একটি 250 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্কে লও। বিকারের জলীয় স্তরটি আবার ফানেলে লইয়া তাহাতে আবার 40 মি. লি. ইথার মিশাইয়া পূর্বের ন্যায় ঝাঁকাও ও কিছুক্ষণ রাখিয়া দাও। তৎপর ইথার স্তরটি আগের মতই ঢালিয়া কনিক্যাল ফ্লাস্কে সংগ্রহ কর। ইহার পর উহাতে নিরুদক পটাসিয়াম কার্বনেট সামান্য কিছু মিশাইয়া ফ্লাস্কটির মুখ ভাল করিয়া ছিপি আঁটিয়া রাখিয়া দাও। দেখিবে ইথার দ্রবণ স্বচ্ছ হইয়া গিয়াছে।

এইবার একটি ছোট পাতন ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে একটি বিন্দুপাতী ফানেল, একটি জল-শীতক ও জল-শীতকের সহিত একটি বুকনার ফ্লাস্ক (Buchner flask) সংযুক্ত কর (33নং চিত্র)। বুকনার ফ্লাস্কের পার্শ্ব-বাহুতে লম্বা রবার-নল লাগাও এবং টেবিলের নীচে উহাকে নামাইয়া দাও। তারপর শুষ্ক ইথার দ্রবণ ভাঁজকরা ফিল্টার পেপারের সাহায্যে বিন্দুপাতী ফানেলে স্থানান্তরিত কর। কয়েকটি অনুজ্জ্বল পোর্সেলিনের কুচি পাতন-ফ্লাস্কে দাও। বিন্দুপাতী ফানেল হইতে 25 মি. লি. দ্রবণ পাতন ফ্লাস্কে ঢাল। অন্যত্র জল-গাহে রাখা জল ফুটাইয়া পাতন ফ্লাস্কের নীচে বসাও। ইথার পাতিত হইতে থাকিবে। আবার বিন্দুপাতী ফানেল হইতে তরল পাতন-ফ্লাস্কে ঢাল। এই প্রক্রিয়ায় বিন্দুপাতী ফানেলের সমস্তটুকু তরল পাতন ফ্লাস্কে ঢালা হইয়া যাইবে এবং পাতন ফ্লাস্ক হইতে সমস্ত ইথার পাতিত হইয়া বুকনার ফ্লাস্কে জমা হইবে। তারপর বিন্দুপাতী ফানেলটি সরাইয়া ফ্লাস্কের মুখে একটি থার্মোমিটার লাগাও। জল-শীতকের পরিবর্তে একটি বায়ু-শীতক যুক্ত কর ও বুকনার ফ্লাস্কের পরিবর্তে একটি গ্রাহক যুক্ত কর। জল-গাহ সরাইয়া লও এবং ফ্লাস্কটিকে তারজালির

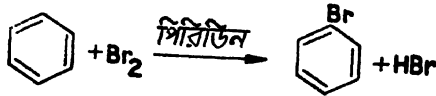
উপর বসাইয়া উত্তপ্ত কর। যে অংশ 180°C—185°C উষ্ণতায় পাতিত হইয়া আসিবে তাহা গ্রাহকে সংগ্রহ কর।

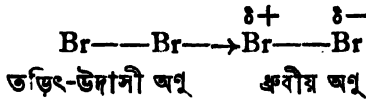
সম্ভপাতিত অ্যানিলিনের স্ফুটনাংক 184°C, ঘনত্ব 1·025 এবং তরল বর্ণহীন; বায়ুতে রাখিয়া দিলে গাঢ় বাদামী বর্ণের হয়।

উৎপন্ন অ্যানিলিনের পরিমাণ—17 গ্রাম

ব্রোমোবেঞ্জিন (Bromobenzene):

বেঞ্জিন তরল ব্রোমিনের সংগে সরাসরি সূর্যালোক বর্জিত স্থানে সামান্য পিরিডিনের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া করিয়া ব্রোমোবেঞ্জিন তৈরী করে।

$$C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{\text{পিরিডিন}} C_6H_5Br + HBr$$

সম্ভবতঃ এই বিক্রিয়ায় ব্রোমিন অণু ব্রোমাইড আয়ন ও ব্রোমোনিয়াম আয়নে বিশ্লিষ্ট না হইয়া ধ্রুবীয় অণুতে পরিণত হয়। তৎপর উহাই বেঞ্জিন অণুকে আক্রমণ করে। ধ্রুবীয় অণুর ধনাত্মক অংশ দ্বারাই বেঞ্জিন আক্রান্ত হয়।

$$\underset{\text{তড়িৎ-উদাসী অণু}}{Br—Br} \longrightarrow \underset{\text{ধ্রুবীয় অণু}}{\overset{\delta+}{Br}—\overset{\delta-}{Br}}$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য:

বিশুদ্ধ বেঞ্জিন—34 মি. লি.

পিরিডিন—0·5 মি. লি.

ব্রোমিন—24 মি. লি.

প্রথমে *বিশুদ্ধ বেঞ্জিন 34 মি. লি. একটি গোলতল ফ্লাস্কে নিয়া তাহাতে 0·5 মি. লি. পিরিডিন যোগ কর। উহাতে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক যুক্ত কর ও ফ্লাস্কটিকে একটি ঠাণ্ডা জল-গাহে বসাও। শীতকের খোলামুখে একটি

---

* বিশুদ্ধ বেঞ্জিন তৈরী করিবার জন্য প্রথমে বেঞ্জিন বরফ-জলে রাখিয়া কঠিনে রূপান্তরিত করিয়া লও। তারপর কঠিন বেঞ্জিন কোন বিকারে লইয়া একটি শোষকাধারে বসাও। বেঞ্জিন শুষ্ক করিবার জন্য শোষকাধারের তলায় ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড রাখ। ব্যবহার করিবার পূর্বে ভাঁজ করা ফিল্টার পেপারের সাহায্যে বেঞ্জিন ফিল্টার করিয়া লও।

নির্গম নল (delivery tube) লাগাইয়া তৎসহ একটি ফানেল রবার নলের সাহায্যে যুক্ত কর (34 নং চিত্র)। ফানেলটি একটি বিকারে রাখা সামান্য জলে একটু ডুবানো থাকিবে। তারপর শীতকের মুখ দিয়া 24 মি. লি. ব্রোমিন ফ্লাস্কে ঢাল ও সঙ্গে সঙ্গে নির্গম নলটি সংযুক্ত কর। দেখিও সমস্ত বিক্রিয়া যেন সূর্যের আলোকে না করা হয়। ব্রোমিন ঢালিবার সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া শুরু হইবে। প্রথমে দ্রুত বিক্রিয়া শুরু হইবে এবং উৎপন্ন HBr বিকারের জলে দ্রবীভূত হইতে থাকিবে। বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইয়া গেলে তখন জলগাহটি 25° – 30°C উষ্ণতায় এক ঘণ্টা ধরিয়া উত্তপ্ত কর। মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দিবে ফ্লাস্কটিকে। তারপর জল-গাহের উষ্ণতা 65°C—70°C-এ উন্নীত কর এবং আরও এক ঘণ্টা ধরিয়া ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত কর।

বিক্রিয়া শেষে ফ্লাস্কের তরল একটি বিয়োজী ফানেলে ঢালিয়া লও। উহাতে বেশী করিয়া 10% NaOH দ্রবণ যোগ কর। ব্রোমোবেঞ্জিনের বর্ণহীন ভারী স্তর নীচে জমা হইবে। ব্রোমোবেঞ্জিনের স্তর পৃথক করিয়া লইয়া আবার বিয়োজী ফানেলে ঢাল। তারপর তাহাকে জল যোগ করা ঝাঁকাইয়া দাও। আবার ব্রোমোবেঞ্জিনের স্তর পৃথক কর; যতক্ষণ না ক্ষারমুক্ত হইবে ততক্ষণ জল দিয়া ধৌত করিতে হইবে। তৎপর ব্রোমোবেঞ্জিনে কয়েক টুকরা নিরুদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ঝাঁকাও ও 30 মিনিট রাখিয়া দাও। ভাঁজকরা ফিল্টার পেপারের সাহায্যে একটি পাতন ফ্লাস্কে শুষ্ক ব্রোমোবেঞ্জিন ঢাল। উহাতে একটি থার্মোমিটার, বায়ু-শীতক ও গ্রাহক যুক্ত কর। যে অংশ 150°C – 160°C উষ্ণতায় পাতিত হইবে তাহা সংগ্রহ কর। এই অংশটিকে তারপর ক্ষুদ্র পাতন স্তম্ভের সাহায্যে আংশিক পাতন কর। ব্রোমোবেঞ্জিন 155°C – 156°C উষ্ণতায় পাতিত হইবে।

উৎপন্ন ব্রোমোবেঞ্জিনের পরিমাণ—22·0 গ্রাম।

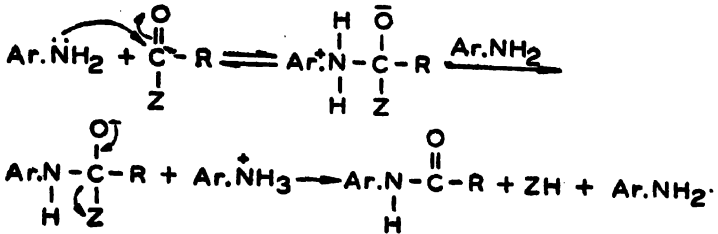
ব্রোমোবেঞ্জিনের স্ফুটনাংক 156°C ও ঘনত্ব 1·50।

অ্যাসিটেনিলাইড (Acetanilide) :

অ্যানিলিন অ্যাসিটাইল-প্রবেশন (Acetylation) করে এমন কোন বিকারকের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যাসিটেনিলাইড উৎপন্ন করে। অ্যাসিটাইল-প্রবেশনের জন্য বিকারক হিসাবে অ্যাসেটিক অ্যাসিড বা অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড বা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ব্যবহার করা যাইতে পারে। অ্যাসিটাইল-

প্রবেশনের কৌশল সম্পর্কে নিশ্চিতভাবে কিছু বলা না গেলেও নিম্নলিখিত কৌশলে সংঘটিত হওয়ার সম্ভাবনা একদম উড়াইয়া দেওয়া যায় না।

$$Ar.\ddot{N}H_2 + \underset{\underset{Z}{|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{C}} - R \rightleftharpoons Ar.\overset{+}{\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{N}}} - \underset{\underset{Z}{|}}{\overset{\overset{\bar{O}}{|}}{C}} - R \xrightarrow{Ar.NH_2}$$

$$Ar.\underset{\underset{H}{|}}{N} - \underset{\underset{Z}{|}}{\overset{\overset{O^-}{|}}{C}} - R + Ar.\overset{+}{N}H_3 \longrightarrow Ar.\underset{\underset{H}{|}}{N} - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - R + ZH + Ar.NH_2$$

এখানে $Z = OH$ বা $R.\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$

নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক অ্যানিলিন ধনাত্মক আধানযুক্ত কার্বনিল কার্বনকে আক্রমণ করে। ফলে যাহা তৈরী হইল উহাতে ঋণাত্মক আধানযুক্ত অক্সিজেন ও ধনাত্মক আধানযুক্ত নাইট্রোজেন রহিয়াছে। অপর একটি অ্যানিলিন অণু সহজেই একটি প্রোটন গ্রহণ করিয়া নাইট্রোজেনকে আধানমুক্ত করে। এইবার ঋণাত্মক আধান ব্যবহার করিয়া কার্বনিল অক্সিজেন কার্বনের সহিত দ্বিবন্ধে মিলিত থাকে ও ফলে Z^- বাহির হইয়া আসে।

নিম্নে অ্যাসিটেনিলাইড তৈরী করার দুইটি প্রণালী সম্পর্কে বিবরণ দিলাম।

(i) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

অ্যানিলিন—	10 মি. লি.
গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড—	10 মি. লি.
অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—	10 মি. লি.

একটি ছোট কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. অ্যানিলিন লও। তাহাতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড (10 মি. লি.) ও অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড (10 মি. লি.) যোগ কর। তারপর কনিক্যাল ফ্লাস্কের মুখে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাইয়া লও। ফুটাইবার পর উক্ত তরল মিশ্রণ একটি বিকারে আনুমানিক 200 মি. লি. ঠাণ্ডা জল (বরফে ঠাণ্ডা) লইয়া তাহাতে ঢালিয়া দাও। তারপর ভাল করিয়া নাড়াইয়া দাও। অ্যাসিটেনিলাইড দ্রুত কেলাসিত হইবে। কেলাসন সম্পূর্ণ

হইলে পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে ভাল করিয়া ধৌত কর এবং সমস্ত তরলটুকু পড়িয়া যাইতে দাও।

এইবার একটি বিকারে 60 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও জলের মিশ্রণ (20 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও 40 মি. লি. জল) লইয়া উহাতে অ্যাসিটেনিলাইড যোগ কর। তারপর বিকারটিকে উত্তপ্ত কর। যখন কেলাসগুলি দ্রবীভূত হইয়া যাইবে তখন বিকারটিকে বরফে ঠাণ্ডা কর। অ্যাসিটেনিলাইড কেলাসিত হইয়া পড়িয়া গেলে পূর্বের ন্যায় ফিল্টার কর। ভাল করিয়া জল দিয়া ধৌত কর। সমস্ত জল পড়িয়া যাইতে দাও। তারপর প্রাপ্ত অ্যাসিটেনিলাইড শুষ্ক করিতে দাও।

উৎপন্ন অ্যাসিটেনিলাইডের পরিমাণ—	10 গ্রাম।
ইহার গলনাংক—	113°C।

(ii) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

অ্যানিলিন—	10 মি. লি.
ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—	9 মি. লি.
অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—	13 মি. লি.
সোডিয়াম অ্যাসিটেট—	17 গ্রাম

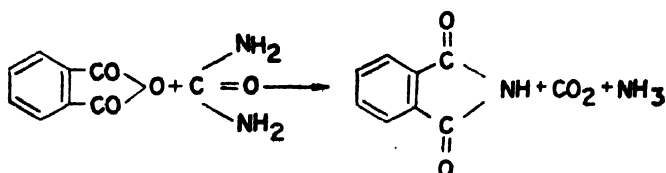
একটি 500 মি. লি. বিকার লইয়া তাহাতে 250 মি.লি. জল লও। তাহাতে 9 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও 10 মি. লি. অ্যানিলিন ঢাল। একটি দণ্ড দিয়া নাড়িয়া দাও যতক্ষণ না অ্যানিলিন সমস্তটুকু দ্রবীভূত হয়।* তারপর উহাতে 13 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড মিশাও ও ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। অপর একটি 500 মি. লি. বিকারে 17 গ্রাম সোডিয়াম অ্যাসিটেটকে 50 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর। তারপর ইহাতে উপরোক্ত তরল ঢালিয়া দাও। বিকারটিকে হিম-গাহে রাখিয়া তরলের মিশ্রণকে ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। অ্যাসিটেনিলাইডের বর্ণহীন কেলাস পৃথক হইয়া যাইবে। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর এবং কেলাসগুলিকে ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত কর।

*অ্যানিলিন মিশাইবার পর মিশ্রণ যদি বর্ণযুক্ত হয় তাহা হইলে তাহাতে 2 গ্রাম অ্যাকটিভেটেড চারকোল (Activated Charcoal) মিশাইয়া তারপর উহাকে 50°C উষ্ণতায় 5 মিনিট ধরিয়া নাড়িয়া দাও ও উত্তপ্ত কর। তারপর পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার করিয়া লও। দেখিবে এইবার দ্রবণ বর্ণহীন হইয়াছে।

ইহাকে বিশুদ্ধ করিবার জন্য একটি বিকারে 125 মি. লি. জল লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. মিথিলেটেড স্পিরিট দাও। তারপর উহাতে অ্যাসিটেনিলাইড দিয়া ফুটাও। যখন কেলাস দ্রবীভূত হইয়া যাইবে তখন বিকারটিতে হিম-গাহে বসাইয়া ঠাণ্ডা কর। তারপর পূর্বের ন্যায় ফিল্টার করিয়া কেলাসগুলি খোলা বাতাসে রাখিয়া শুকাইয়া লও। প্রাপ্ত অ্যাসিটেনিলাইড বর্ণহীন হইবে ও 9·5 গ্রাম হইবে। উহার গলনাংক 114°C।

থ্যালিমাইড (Phthalimide) :

থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড ও ইউরিয়া মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে থ্যালিমাইড উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_4(CO)_2O + C(=O)(NH_2)_2 \longrightarrow C_6H_4(C{=}O)_2NH + CO_2 + NH_3$$

থ্যালিমাইড সাদা ও ক্ষুদ্র পত্রাকারে (Crystalline leaflets) থাকে। ইহা ফুটন্ত বেঞ্জিনে বা ক্ষারীয় দ্রবণে দ্রবীভূত হয় কিন্তু ইথারে সামান্য পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। ইহার গলনাংক 233°C—238°C।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড—	10·00 গ্রাম
ইউরিয়া—	2·00 গ্রাম

একটি খল (mortar) লইয়া তাহাতে 10·00 গ্রাম থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড ও 2·00 গ্রাম ইউরিয়া লও। তারপর নুড়ির সাহায্যে ঐ মিশ্রণ ভাল করিয়া মিশাইয়া লও। একটি গোলতল ফ্লাস্কে ঐ মিশ্রণ স্থানান্তরিত কর। ফ্লাস্কটিকে একটি বালি-গাহে রাখিয়া 130°C—135°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত কর। মিশ্রণ যখন গলিয়া যাইবে তখন বিক্রিয়া দ্রুতগতিতে চলিতে থাকিবে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অ্যামোনিয়া নির্গত হইবে। আনুমানিক 10 মিনিটের মধ্যে মিশ্রণ ফেনার আকারে উপরে উঠিতে থাকিবে এবং কঠিনে পরিণত হইয়া থাকিবে। বিক্রিয়া শেষে ইহাকে ঠাণ্ডা হইতে দাও ও সাধারণ উষ্ণতায় নামাইয়া আন। তারপর 10 মি. লি. জল উহাতে মিশাইয়া ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। পরে ঝাঁকাইয়া লও। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর।

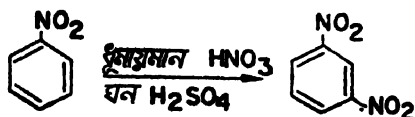
কেলাসগুলিকে সামান্ত বরফে ঠাণ্ডা করা জল দিয়া ধৌত কর।

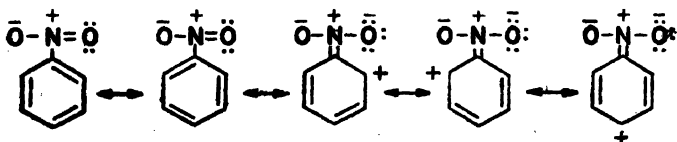
ইহাকে (উৎপন্ন থ্যালিমাইড) বিশুদ্ধ করিবার জন্ত ইহাতে ইথাইল অ্যালকোহল ন্যূনতম পরিমাণ মিলাইয়া উত্তপ্ত কর ও উহাতে দ্রবীভূত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার করিয়া নিয়া শুষ্ক কর।

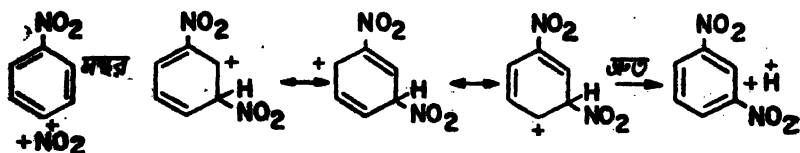
উৎপন্ন থ্যালিমাইডের পরিমাণ—9·0 গ্রাম
ও উহার গলনাংক—233°C

মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন (m-dinitrobenzene):

নাইট্রোবেঞ্জিন ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন তৈরী করে। নাইট্রোগ্রুপের

$$C_6H_5NO_2 \xrightarrow[\text{ঘন } H_2SO_4]{\text{ধূমায়মান } HNO_3} m\text{-}C_6H_4(NO_2)_2$$

মধ্যে তীব্রভাবে ইলেকট্রন টানিয়া লইবার ক্ষমতা সম্পন্ন অক্সিজেন পরমাণু থাকায় ও একটি দ্বিবন্ধ বেঞ্জিন বৃত্তের (benzene ring) একটি দ্বিবন্ধের সহিত অনুবন্ধী হওয়ায় বেঞ্জিন বৃত্ত হইতে ইলেকট্রন নাইট্রো গ্রুপের দিকে ধাবিত হয়। ফলে দুইটি অর্থো-অবস্থান ও একটি প্যারা-অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব (eletron density) কমিয়া যায়। অপর দিকে মেটা-অবস্থানে তুলনামূলকভাবে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশী থাকে। তাই নাইট্রোবেঞ্জিনের নাইট্রো-প্রবেশনে একটি নাইট্রো গ্রুপ মেটা-অবস্থানে আসিয়া যুক্ত হয়।

$$\bar{O}-\overset{+}{N}=\ddot{O} \longleftrightarrow \bar{O}-\overset{+}{N}=\ddot{O} \longleftrightarrow \bar{O}-\overset{+}{N}-\bar{O}: \longleftrightarrow \bar{O}-\overset{+}{N}-\bar{O}: \longleftrightarrow \bar{O}-\overset{+}{N}-\bar{O}:$$

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে নাইট্রো-প্রবেশনে ইলেকট্রন-প্রিয় বিকারক N^+O_2 আয়ন বেঞ্জিন বৃত্তে যুক্ত হয় ও б-কমপ্লেক্স উৎপন্ন করে (পৃষ্ঠা···)। তারপর

$$C_6H_5NO_2 + \overset{+}{N}O_2 \xrightarrow{\text{মন্থর}} [\sigma\text{-complex}] \longleftrightarrow [\ ] \longleftrightarrow [\ ] \xrightarrow{\text{দ্রুত}} m\text{-}C_6H_4(NO_2)_2 + \overset{+}{H}$$

দ্রুত বিক্রিয়ায় প্রোটন বাহির হইয়া যায়। অনুনাদের জন্ত যেমন ইলেকট্রন অর্থো-ও প্যারা-অবস্থান হইতে নাইট্রো-গ্রুপের দিকে ধাবিত হয় তেমনি ইণ্ডাকটিভ এফেক্টের ফলেও ইলেকট্রন একই দিকে অগ্রসর হয়।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

নাইট্রোবেঞ্জিন—	12 মি. লি.
ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড—	15 মি. লি.
ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড—	20 মি. লি.

একটি 250 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 15 মি. লি. ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড ঢালিয়া লও। তারপর ধীরে ধীরে 20 মি. লি. ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড উহাতে দাও ও ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দিও। কয়েক টুকরা পোর্সেলিনের কুচি উহাতে দাও। কনিক্যাল ফ্লাস্কের মুখে একটি রিফ্লাক্স বায়ু-শীতক লাগাইয়া দাও। তারপর শীতকের খোলা মুখে 3-4 বারে 12 মি. লি. নাইট্রোবেঞ্জিন ঢালিয়া দাও। প্রতিবার ঢালিবার পর ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দিও। ফ্লাস্কটিকে এইবার একটি জল-গাহে বসাইয়া এক ঘণ্টা ধরিয়া জল ফুটাও। মাঝে মাঝে ফ্লাস্কটিকে ভালভাবে ঝাঁকাইবে। বিক্রিয়া শেষে একটি বিকারে আনুমানিক 300 মি. লি. ঠাণ্ডা জল লইয়া তাহাতে তরল মিশ্রণটি আস্তে আস্তে ঢালিতে থাক ও নাড়িতে থাক। মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন পৃথক হইয়া যাইবে। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে অ্যাসিডমুক্ত করিবার জন্য জল দিয়া ভালভাবে ধৌত কর।

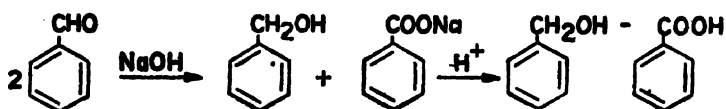
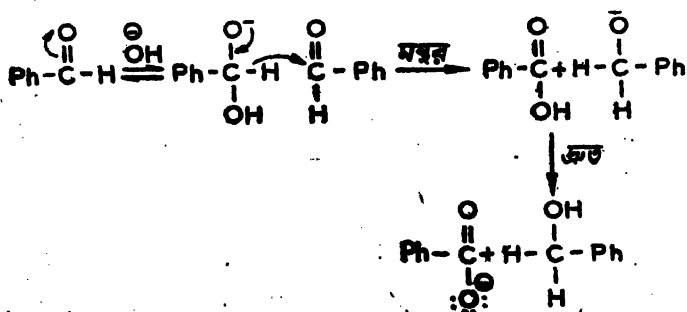
তারপর একটি বিকারে অশোধিত মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন লও। উহাতে 100 মি. লি. মিথিলেটেড স্পিরিট ঢাল। বিকারটিকে একটি জল-গাহে বসাইয়া উত্তপ্ত কর। যখন সমস্ত কেলাস দ্রবীভূত হইয়া যাইবে তখন বিকারটিকে সরাইয়া লইয়া ঠাণ্ডা কর। মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিনের বর্ণহীন কেলাস পৃথক হইয়া যাইবে। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। তারপর কেলাসগুলিকে শুষ্ক করিয়া লও।

উৎপন্ন মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিনের পরিমাণ = 14·5 গ্রাম

ও উহার গলনাংক 90°C।

বেনজাইল অ্যালকোহল (Benzyl alcohol) ও বেনজোয়িক অ্যাসিড (Benzoic acid):

বেনজালডিহাইড (Benzaldehyde) গাঢ় ক্ষারীয় (NaOH বা KOH) দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বেনজাইল অ্যালকোহল ও বেনজোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াকে ক্যান্নিজারো (Cannizzaro) বিক্রিয়া বলে। ইহাতে এক অণু বেনজালডিহাইড জারিত ও অপর অণু বিজারিত হয়।

$$2\,C_6H_5CHO \xrightarrow{NaOH} C_6H_5CH_2OH + C_6H_5COONa \xrightarrow{H^+} C_6H_5CH_2OH - C_6H_5COOH$$

বিক্রিয়া কৌশল সম্পর্কে জানা গিয়াছে যে বিক্রিয়া-হার ∝[Ph.CHO]^2 [O^-H]। সুতরাং বিক্রিয়া ক্ষারের গাঢ়তার উপর নির্ভরশীল। বিক্রিয়া ভারী জলে (D_2O) চালাইয়া দেখা গিয়াছে যে উৎপন্ন বেনজাইল অ্যালকোহলে কোন ডিউটেরিয়াম থাকে না। তাই নিঃসন্দেহে বলা যায় যে বেনজালডিহাইডের এক অণু হইতে সরাসরি অপর অণুতে একটি হাইড্রাইড আয়ন H^- স্থানান্তরিত হয়। প্রথমে O^-H (নিউক্লিয়াসপ্রিয় বিকারক) বেনজালডিহাইডের কার্বনিল কার্বনে আসিয়া সংযুক্ত হয়। তৎপর উৎপন্ন অ্যানায়ন হইতে একটি H^- আয়ন সরাসরি অপর বেনজালডিহাইডের অণুতে যুক্ত হয়। যে অ্যাসিড তৈরী হইল তাহা হইতে একটি প্রোটন আসিয়া বেনজাইলঅক্সাইড আয়নে সংযুক্ত হয়। ফলে বেনজাইলঅক্সাইড আয়ন স্থায়িত্ব প্রাপ্ত হয় অপরদিকে অ্যাসিড অ্যানায়নের স্থায়িত্বে কোন অসুবিধা হয় না কারণ উহা অণুনাদের ফলে স্থায়ী হয়।

$$Ph-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \overset{\ominus OH}{\rightleftharpoons} Ph-\underset{OH}{\overset{O^-}{\overset{|}{C}}}-H \;\; \underset{H}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}}-Ph \xrightarrow{\text{মন্থর}} Ph-\underset{OH}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}} + H-\underset{H}{\overset{O^-}{\overset{|}{C}}}-Ph$$

$$\downarrow \text{দ্রুত}$$

$$Ph-\underset{:O^{\ominus}:}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}} + H-\underset{H}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}-Ph$$

প্রসঙ্গক্রমে উল্লেখ করা যাইতে পারে যে সব অ্যালডিহাইডের α-হাইড্রোজেন নাই তাহারা ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেনজালডিহাইড—30 মি. লি.

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড—20 গ্রাম।

একটি বিকার লইয়া তাহাতে 20 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড 25 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর। বিকারটি বরফ-জলে বসাইয়া রাখ। এইবার একটি 250 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্কে রাখা 30 মি. লি. বেনজালডিহাইডে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ঢালিয়া দাও। তারপর ফ্লাস্কের মুখ কর্ক দিয়া আঁটিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাও। আস্তে আস্তে মিশ্রণটি একটি ঘন অবদ্রবে পরিণত হইবে। তারপর উহা হইতে ময়দার তালের মত পদার্থে রূপান্তরিত হইবে। এইবার উহাকে অন্ততঃপক্ষে 5 ঘণ্টা (সম্ভব হইলে একদিন) রাখিয়া দাও। তারপর উহাতে প্রচুর জল দিয়া কঠিন পদার্থকে দ্রবীভূত করিয়া লও। একটি বিয়োজী ফানেলে উহাকে ঢালিয়া লও। ফ্লাস্কটিতে 20 মি. লি. ইথার দিয়া ভাল করিয়া ধৌত করিয়া উহা বিয়োজী ফানেলে ঢাল। ফানেলটি ঝাঁকাইয়া নিলে ইথার বেনজাইল অ্যালকোহলকে দ্রবীভূত করিয়া নীচে ভারী স্তর করিবে। নীচের স্তর বাহির করিয়া লও। আবার উপরের জলীয় স্তরের সহিত 20 মি. লি. ইথার মিশ্রিত করিয়া ঝাঁকাইয়া লও ও নীচের ভারী স্তর সংগ্রহ কর। এমনভাবে আর একবার ইথারের দ্রবণ সংগ্রহ কর। তাহা হইলে সমস্তটুকু বেনজাইল অ্যালকোহল ইথারে সংগৃহীত হইবে। ইথার দ্রবণ হইতে বেনজালডিহাইড উদ্ধার করিবার জন্য উহার সহিত সোডিয়াম বাইসালফাইটের একটি গাঢ় দ্রবণ মিশাও। বেনজালডিহাইড থাকিলে উহা সোডিয়াম বাইসালফাইটের সহিত বিক্রিয়া করিয়া পৃথক হইয়া যাইবে। ইহাকে বাদ দিয়া ইথার দ্রবণ লও। ইথার দ্রবণের অতিরিক্ত সোডিয়াম বাইসালফাইট দূর করিবার জন্য ইহাতে লঘু NaOH দ্রবণ মিশাও ও ঝাঁকাও। বিয়োজী ফানেলের সাহায্যে ইথার দ্রবণ পৃথক কর। ইহাতে সামান্য জল মিশাইয়া তারপর ঝাঁকাইয়া লইয়া আবার বিয়োজী ফানেলের সাহায্যে ইথার দ্রবণ সংগ্রহ কর। ইথার দ্রবণ শুষ্ক করিবার জন্য উহাতে সামান্য অনার্দ্র গুঁড়া K_2CO_3 দিয়া ঝাঁকাইয়া লও। তারপর কাত করিয়া ইথার দ্রবণ ঢালিয়া লও। সাধারণ পাতন ক্রিয়ার সাহায্যে ও জল-শীতক ব্যবহার করিয়া প্রথমে

ইথার সংগৃহীত কর। তারপর জল-শীতকের পরিবর্তে বায়ু-শীতক লাগাইয়া পাতিত কর ও যে অংশ 200°—207C° উষ্ণতায় পাতিত হইবে তাহা সংগ্রহ কর।

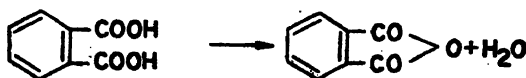
উৎপন্ন বেনজাইল অ্যালকোহলের পরিমাণ=14 গ্রাম
ও উহার স্ফুটনাঙ্ক 205C°।

ইথারের সাহায্যে বেনজাইল অ্যালকোহল অপসারণ করার পর যে ক্ষারীয় দ্রবণ পড়িয়া রহিল তাহাতে বেনজোয়িক অ্যাসিড সোডিয়াম-লবণ হিসাবে আছে। ইহাতে বেশী করিয়া গাঢ় HCl অ্যাসিড আস্তে আস্তে যোগ কর ও নাড়িয়া দাও। দ্রবণ আম্লিক হইলেই বেনজোয়িক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হইয়া যাইবে। মিশ্রণটিকে বরফ-জলে ঠাণ্ডা কর ও পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। বেনজোয়িক অ্যাসিডে ঠাণ্ডা জল ঢালিয়া ভাল করিয়া ধৌত কর। সমস্ত জল পড়িয়া যাইতে দাও। তারপর অশোধিত বেনজোয়িক অ্যাসিড বিশুদ্ধ করিবার জন্য একটি বিকারে জল লইয়া তাহাতে উহা ঢালিয়া ফুটাও। যখন বেনজোয়িক অ্যাসিড দ্রবীভূত হইয়া যাইবে তখন উহাকে ঠাণ্ডা কর। বেনজোয়িক অ্যাসিডের সাদা কেলাস জমা হইবে। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর ও কেলাসগুলিকে শুষ্ক কর।

উৎপন্ন বেনজোয়িক অ্যাসিডের পরিমাণ=19·5 গ্রাম
ও উহার গলনাঙ্ক 121°C।

থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড (Phthalic Anhydride):

থ্যালিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_4(COOH)_2 \longrightarrow C_6H_4\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>O + H_2O$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য:

থ্যালিক অ্যাসিড—10·0 গ্রাম।

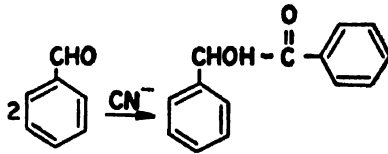
একটি পোর্সেলিন খর্পর (Porcelain basin) লইয়া উহাতে 10·0 গ্রাম থ্যালিক অ্যাসিড লও। খর্পরের মুখে একটি ফিল্টার পেপারে কয়েকটি ছিদ্র করিয়া উহা দিয়া ঢাকিয়া দাও। তারপর ফিল্টার পেপারের উপর একটি

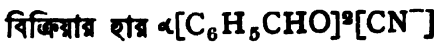
ফানেল চাপাইয়া দাও। এইবার খর্পরটি একটি তারজালির উপর বসাইয়া ধীরে ধীরে উত্তপ্ত কর। থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড্ তৈরী হইতে থাকিবে ও সাদা ধোঁয়ার ন্যায় বাহির হইয়া ফিল্টার পেপারের ছিদ্রপথে ফানেলের গায়ে জমা হইবে ও ফিল্টার পেপারেও জমা হইবে। বিক্রিয়া শেষে খর্পরটিকে ঠাণ্ডা কর এবং উৎপন্ন থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড বাহির করিয়া লও।

উৎপন্ন থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইডের পরিমাণ=8 গ্রাম
ও উহার গলনাংক 128°C।

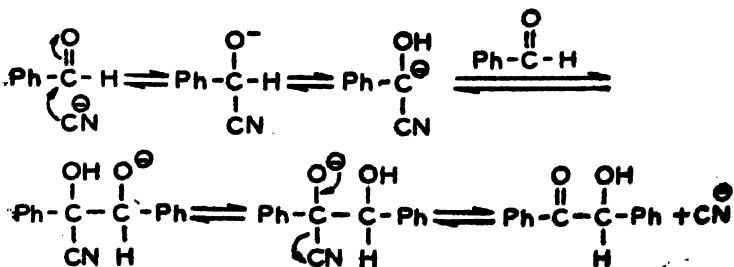
বেনজইন (Benzoin) :

বেনজালডিহাইড পটাসিয়াম সায়েনাইড বা সোডিয়াম সায়েনাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া α-হাইড্রক্সিকিটোন বেনজইন উৎপন্ন করে।

$$2\,C_6H_5CHO \xrightarrow{CN^-} C_6H_5CHOH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_5$$

এই বিক্রিয়াকে বেনজইন সংঘনন (Benzoin Condensation) বলা হয়। বিক্রিয়ার হার বেনজালডিহাইড ও সায়েনাইড আয়ন উভয়ের উপর নির্ভর করে।

বিক্রিয়ার হার $\propto [C_6H_5CHO]^2[CN^-]$

বেনজইন সংঘননের বিক্রিয়া কৌশলটি নিম্নলিখিতভাবে লেখা যাইতে পারে।

$$Ph-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \overset{\ominus}{C}N \rightleftharpoons Ph-\underset{CN}{\underset{|}{\overset{O^-}{\overset{|}{C}}}}-H \rightleftharpoons Ph-\underset{CN}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C^{\ominus}}}}} \xrightarrow{Ph-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H}$$

$$Ph-\underset{CN}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}}-\underset{H}{\underset{|}{\overset{O^{\ominus}}{\overset{|}{C}}}}-Ph \rightleftharpoons Ph-\underset{CN}{\underset{|}{\overset{O^{\ominus}}{\overset{|}{C}}}}-\underset{H}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}}-Ph \rightleftharpoons Ph-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{H}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}}-Ph + \overset{\ominus}{CN}$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেনজালডিহাইড—10·0 মি. লি.
সোডিয়াম সায়েনাইড—1·2 গ্রাম
ইথাইল অ্যালকোহল—20·0 মি. লি.

একটি 150 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 20 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল ও 10·0 মি. লি. বিশুদ্ধ বেনজালডিহাইড লও। 1·2 গ্রাম সোডিয়াম সায়েনাইড 10 মি. লি. জলে দ্রবীভূত করিয়া উহা ফ্লাস্কে যোগ কর। ফ্লাস্কের মুখে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাইয়া তৎপর ফ্লাস্কটিকে একটি জল-গাহে বসাইয়া 30 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। তারপর হিমগাহে রাখিয়া ফ্লাস্কটিকে ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার কর। তারপর 100 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহলে বেনজইন উত্তাপ দিয়া দ্রবীভূত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার কর ও শুষ্ক কর।

উৎপন্ন বেনজইনের পরিমাণ—9 গ্রাম,
উহার গলনাংক—137°C
ও কেলাসের বর্ণ—সাদা।

সিনামিক অ্যাসিড (Cinnamic Acid) :

ইহা একটি α, β-অসম্পৃক্ত অ্যারোমেটিক অ্যাসিড; অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেটের সহিত বেনজালডিহাইড বিক্রিয়া করিয়া ইহা উৎপন্ন করে।

$$C_6H_5CHO + (H_3C.CO)_2O \xrightarrow{H_3C\,COONa} C_6H_5CH{=}CH.COOH$$

বিক্রিয়া কৌশল সম্পর্কে যে সব তথ্য পাওয়া গিয়াছে তাহাতে এই কথা বলিতে পারা যায় যে সোডিয়াম অ্যাসিটেট এই বিক্রিয়ায় অনুঘটকের কাজ করে। অ্যাসিটেট আয়ন অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের α-অবস্থানের একটি হাইড্রোজেন আয়ন গ্রহণ করে এবং অ্যানহাইড্রাইড হইতে একটি কার্বানায়ন তৈরী হয়। উক্ত কার্বানায়ন বেনজালডিহাইডের কার্বনিল কার্বনকে আক্রমণ করে। পরে একটি প্রোটন কার্বনিল অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হয়। এই অবস্থায় উৎপন্ন

অণু হইতে এক অণু জল বিদূরিত হয় এবং আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া সিনামিক অ্যাসিড তৈরী হয়।

$$H_3C.COONa \rightleftharpoons H_3C.O\bar{O} + \overset{+}{Na}$$

$$H_3C.\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_3C.CO\bar{O} \rightleftharpoons H_3C.COOH + H_2\bar{C}.\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

$$C_6H_5-\underset{H}{\underset{|}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}}} + \bar{C}H_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \rightleftharpoons C_6H_5-\underset{H}{\underset{|}{\overset{O^-}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

$$\Big\downarrow\uparrow H^+$$

$$C_6H_5-CH=CH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xleftarrow{-H_2O} C_6H_5-\underset{H}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

$$\Big\downarrow H_2O$$

$$C_6H_5-CH=CHCOOH$$

সিনামিক অ্যাসিডের দুইটি জ্যামিতিক সমসংকেত (Geometrical isomers) রহিয়াছে। একটির নাম সমপক্ষ-সিনামিক অ্যাসিড (cis-Cinnamic acid) অপরটির নাম বিষমপক্ষ-সিনামিক অ্যাসিড (trans-Cinnamic acid)। উপরোক্ত বিক্রিয়া হইতে প্রাপ্ত সিনামিক অ্যাসিড বিষমপক্ষ-সিনামিক অ্যাসিড। ইহা স্থায়ী।

$$\begin{array}{c} C_6H_5-C-H \\ \| \\ HOOC-C-H \end{array} \qquad \qquad \begin{array}{c} C_6H_5-C-H \\ \| \\ H-C-COOH \end{array}$$

সমপক্ষ— বিষমপক্ষ—

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেনজালডিহাইড—20 মি. লি.

অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—30 মি. লি.

নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট—10 গ্রাম।

প্রথমে একটি 100 মি. লি গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 20 মি. লি.

বেনজালডিহাইড* লও। তাহাতে 30 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও 10 গ্রাম নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট যোগ কর। ফ্লাস্কের মুখে একটি জল-শীতক লাগাইয়া ও শীতকের মুখে কিছু কটন-উল (Cotton-wool) দিয়া উহাকে একটি তৈল-গাহে (Oil-bath) বসাইয়া 175°C – 180°C উষ্ণতায় 8 ঘণ্টা ধরিয়া উত্তপ্ত কর। উক্ত সময়ের মধ্যে বিক্রিয়া সম্পন্ন হইবে। অপর একটি 1 লিটার গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. জল লও। এইবার উত্তপ্ত মিশ্রণ উহাতে ঢালিয়া দাও। তারপর একটি সম্পৃক্ত সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণ একটু একটু করিয়া উহাতে যোগ কর। প্রতিবারই ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লইবে। যখন দ্রবণ ক্ষারীয় হইবে তখন সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ যোগ করা বন্ধ করিয়া দাও। তারপর গোলতল ফ্লাস্কের সহিত অন্যান্য যন্ত্রপাতি লাগাইয়া মিশ্রণকে স্টীম-পাতন কর। স্টীম-পাতনের ফলে বেনজালডিহাইডের যেটুকু বিক্রিয়া করে নাই তাহা স্টীমের সহিত বাহির হইয়া আসিবে। যখন দেখিবে পাতিত অংশ স্বচ্ছ (ঘোলাটে নয়) তখন বুঝিবে সমস্তটা বেনজালডিহাইড বাহির হইয়া আসিয়াছে। এইবার ফ্লাস্কের বাকী তরল ঠাণ্ডা কর ও পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। পরিস্রুত জল লইয়া তাহাতে আস্তে আস্তে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল ও নাড়িতে থাক। যখন দ্রবণ হইতে কার্বনডাই-অক্সাইড বাহির হওয়া শেষ হইবে ও দ্রবণ আম্লিক হইবে তখন আর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিতে হইবে না। সিনামিক অ্যাসিড সমস্তটা অধঃক্ষিপ্ত হইবে। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর ও জল দিয়া সিনামিক অ্যাসিডের কেলাসগুলিকে ভাল করিয়া ধৌত কর। সমস্ত জল নিঃসৃত হইতে দাও। প্রাপ্ত সিনামিক অ্যাসিড ন্যূনতম জল ও মিথিলেটেড স্পিরিটের মিশ্রণে (3 : 1 v/v) উত্তাপের সাহায্যে দ্রবীভূত করিয়া ঠাণ্ডা কর। সিনামিক অ্যাসিডের বর্ণহীন কেলাস পাত্রে জমা হইবে। তারপর পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। তৎপর কেলাস শুষ্ক করিয়া লও।

উৎপন্ন সিনামিক অ্যাসিডের পরিমাণ—18 গ্রাম
ও উহার গলনাংক 133°C।

প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিন (p-Nitroaniline) :

যেহেতু অ্যানিলিন হইতে নাইট্রো-প্রবেশন দ্বারা সরাসরি প্যারা-নাইট্রো

*যে বেনজালডিহাইড লইবে তাহা বেনজোয়িক অ্যাসিড মুক্ত হওয়া চাই। প্রয়োজন হইলে পাতিত করিয়া লও।

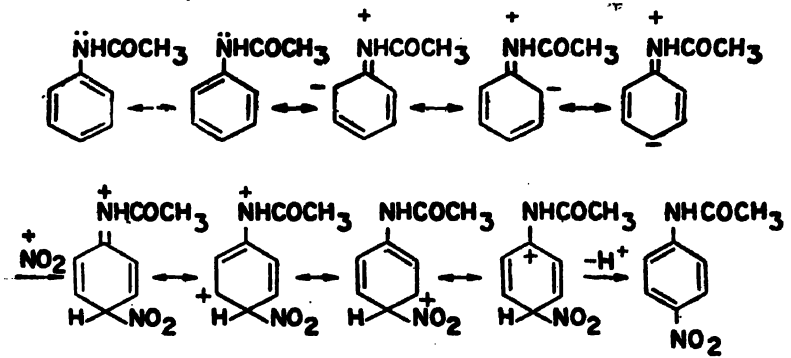
অ্যানিলিন তৈরী করা যায় না তাই প্রথমে অ্যাসিটেনিলাইড হইতে প্যারা-নাইট্রো-অ্যাসিটেনিলাইড তৈরী করা হয়। তারপর আর্দ্রবিশ্লেষণ দ্বারা প্যারা-নাইট্রোঅ্যাসিটেনিলাইড হইতে প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিন তৈরী করা হয়।

(A) অ্যাসিটেনিলাইড হইতে প্যারা-নাইট্রোঅ্যাসিটেনিলাইড—

অ্যাসিটেনিলাইডের অ্যাসিটাইল অ্যামাইনো $—NHCOCH_3$ গ্রুপের নাইট্রোজেন বেঞ্জিন বৃত্তের সহিত সরাসরি যুক্ত। বেঞ্জিন বৃত্তে নিয়ত অনুনাদ সঙ্ঘটিত হওয়ার ফলে ও নাইট্রোজেনে একটি ইলেকট্রন যুগল থাকায় উহারা বৃত্তের দিকে আকৃষ্ট হইবে। ফলে বেঞ্জিন বৃত্তের অর্থো-ও প্যারা-অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব সৃষ্টি হইবে। তাই নাইট্রিক অ্যাসিড ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোনিয়াম আয়ন N^+O_2 বেঞ্জিন-বৃত্তের অর্থো-ও প্যারা-অবস্থানে যুক্ত হইতে পারে।

$\ddot{N}HCOCH_3$ $\ddot{N}HCOCH_3$ $\overset{+}{N}HCOCH_3$ $\overset{+}{N}HCOCH_3$ $\overset{+}{N}HCOCH_3$

$\overset{+}{N}HCOCH_3$ $\overset{+}{N}HCOCH_3$ $NHCOCH_3$ $NHCOCH_3$ $NHCOCH_3$

$\overset{+}{NO_2}$ H NO₂ H NO₂ H $\overset{+}{NO_2}$ H NO₂ $-H^+$ NO_2

পেন্টাডাইনাইল ক্যাটায়ন (6-কমপ্লেক্স) হইতে একটি প্রোটন দ্রুত বাহির হইয়া যায় এবং প্যারা-নাইট্রো-অ্যাসিটেনিলাইড তৈরী হয়।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

অ্যাসিটেনিলাইড—10 গ্রাম

গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড—10 মি. লি.

গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড—20 মি. লি.

ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড— 4 মি. লি.

একটি 250 মি. লি. বিকার লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড লও। তারপর উহাতে 10 গ্রাম অ্যাসিটেনিলাইড যোগ

কর। ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। এইবার 20 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 উহাতে দাও। কিছুক্ষণের মধ্যেই উক্ত মিশ্রণ একটি পরিষ্কার দ্রবণে রূপান্তরিত হইবে। বিকারটিকে লবণ ও বরফের মিশ্রণের মধ্যে বসাইয়া ঠাণ্ডা কর। দেখিবে বিকারের দ্রবণের উষ্ণতা নামিয়া আসিবে। যখন উষ্ণতা 0°C – 5°C এর মধ্যে থাকিবে তখন দ্রবণটিকে একটি আলোড়কের সাহায্যে নাড়িতে থাক ও একটি ব্যুরেট হইতে উহাতে 4 মি. লি. ধূমায়মান HNO_3 ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যোগ কর। উষ্ণতা যেন 25°C-র উপরে উঠিতে না পারে। তারপর 30 মিনিটের জন্য বিকারটিকে রাখিয়া দাও (হিমমিশ্র হইতে সরাইয়া লইয়া)। অপর একটি বিকারে 100 গ্রাম বরফ চূর্ণ লইয়া তাহাতে মিশ্রণটিকে ঢালিয়া দাও। বিকারটিকে 50 মি. লি. ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত করিয়া উহা পূর্বের ন্যায় বরফ-চূর্ণের মধ্যে ঢাল। প্যারা-নাইট্রোঅ্যাসিটেনিলাইড পৃথক হইয়া যাইবে। ইহাকে 30 মিনিটের জন্য রাখিয়া দাও। তারপর পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে অ্যাসিডমুক্ত করার জন্য ভাল করিয়া জল দিয়া ধৌত কর। তারপর মিথিলেটেড স্পিরিটের ন্যূনতম পরিমাণে কেলাসগুলিকে ফুটাইয়া দ্রবীভূত কর এবং ঠাণ্ডা কর। পূর্বের ন্যায় পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। তারপর কেলাসগুলিকে শুষ্ক করিয়া লও।

উৎপন্ন প্যারো-নাইট্রোঅ্যাসিটেনিলাইডের পরিমাণ—8 গ্রাম ও গলনাঙ্ক 214°C।

(B) প্যারা-নাইট্রোঅ্যাসিটেনিলাইড হইতে প্যারা-নাইট্রো অ্যানিলিন :

একটি গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 8 গ্রাম প্যারা-নাইট্রো অ্যাসিটেনিলাইড লও। তারপর উহাতে 50 মি. লি. 70% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ ঢাল। তারপর ফ্লাস্কের মুখে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাইয়া 30 মিনিট ধরিয়া ফুটাও। বিক্রিয়া শেষে উক্ত দ্রবণ অপর একটি বিকারে রাখা 150 মি. লি. ঠাণ্ডা জলে ঢাল। তারপর ইহাতে বেশী করিয়া সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ কর যতক্ষণ না প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিন সম্পূর্ণ অধঃক্ষিপ্ত হয়। ঠাণ্ডা জলে বিকারটিকে ঠাণ্ডা কর। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর এবং কেলাসগুলিকে ভাল করিয়া জল দিয়া ধৌত কর।

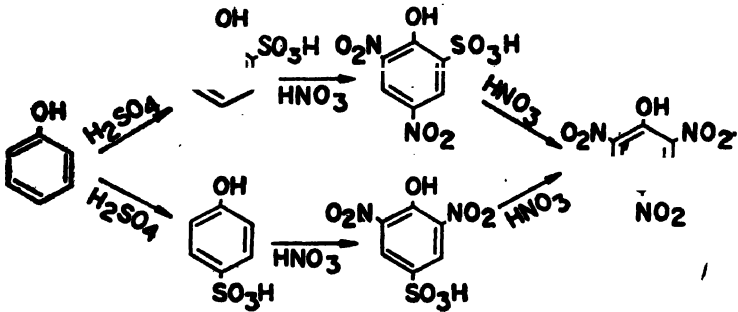
বিশুদ্ধ প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিন পাইবার জন্য কেলাসগুলিকে মিথিলেটেড স্পিরিট ও জলের মিশ্রণের (1 : 1 v/v) ন্যূনতম পরিমাণে ফুটাইয়া দ্রবীভূত কর। ইহাতে সামান্য অ্যাকটিভেটেড চারকোল যোগ কর ও আরও 3-4 মিনিট ফুটাও। তারপর গরম অবস্থায় উক্ত দ্রবণ ফিল্টার করিয়া লও। পরিস্রুত হইতে হলুদ রংয়ের প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিনের কেলাস পৃথক হইয়া যাইবে। তারপর ফিল্টার করিয়া কেলাসগুলিকে শুষ্ক করিয়া লও।

উৎপন্ন প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিনের পরিমাণ=5·5 গ্রাম

ও উহার গলনাঙ্ক 148°C।

পিক্রিক অ্যাসিড (Picric Acid) :

ফেনল গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া পিক্রিক অ্যাসিড (2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফেনল) তৈরী করে।

OH, SO3H, H2SO4, HNO3, O2N, NO2, OH, SO3H, HNO3, NO2, H2SO4, HNO3

—SO_3H বেঞ্জিন বৃত্তে প্রবেশ করিয়া উহাকে নাইট্রিক অ্যাসিড কর্তৃক জারিত হওয়া হইতে নিবৃত্ত করে। পরে উহা সহজেই বিদূরিত হয় এবং তৎপরিবর্তে একটি নাইট্রো গ্রুপ উহার স্থান দখল করে।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

ফেনল—8 গ্রাম।

গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড—10 মি. লি.।

গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড—30 মি. লি.।

একটি শুষ্ক 500 মি. লি. ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 8 গ্রাম ফেনল লও। ইহাতে 10 মি. লি. গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢাল। তারপর ভাল করিয়া মিশ্রণটিকে ঝাঁকাইয়া লও। ফ্লাস্কটিকে একটি জল-গাহে রাখিয়া উত্তপ্ত কর। 30 মিনিট ধরিয়া জল ফুটাও। ইতিমধ্যে ফেনল-সালফনিক অ্যাসিড তৈরী

হইয়া যাইবে। তারপর ফ্লাস্কটিকে বরফ-জলের মিশ্রণে রাখিয়া ঠাণ্ডা কর। ঠাণ্ডা হইয়া গেলে ফ্লাস্কটিকে বাহিরে আনিয়া কোন কিছুর উপর বসাইয়া 30 মি.লি. গাঢ় HNO_3 ঢালিয়া দাও এবং তৎক্ষণাৎ কয়েক সেকেণ্ডের জন্য মিশ্রণটিকে নাড়িয়া মিশাইয়া দাও। তারপর রাখিয়া দাও। কিছুক্ষণের মধ্যে বিক্রিয়া দ্রুতবেগে হইতে থাকিবে এবং লাল ধোঁয়া বাহির হইতে থাকিবে। ধোঁয়া বাহির হওয়া যখন শেষ হইবে তখন ফুটন্ত জল-গাহে ফ্লাস্কটিকে বসাইয়া $1\frac{1}{2}$ ঘণ্টা ধরিয়া উত্তপ্ত কর। মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দিবে। বিক্রিয়া শেষ হইলে ফ্লাস্কে 100 মি. লি. ঠাণ্ডা জল ঢাল ও নাড়িয়া দাও। তারপর ফিল্টার কর ও জল ভালভাবে নিঃসৃত হইতে দাও। অল্প পরিমাণ ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাসগুলিকে ধৌত করিয়া লও।

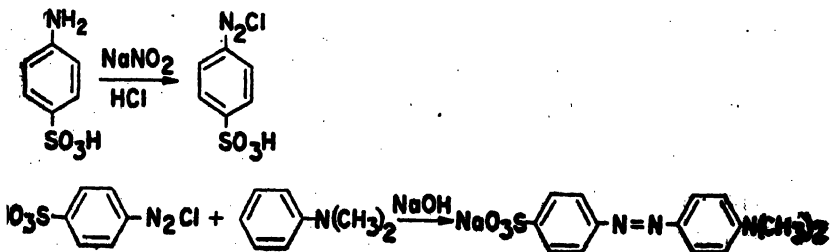
কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ করিবার জন্য একটি বিকারে 90 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল ও জলের মিশ্রণ (1 : 2 v/v) লইয়া তাহাতে পিক্রিক অ্যাসিডের কেলাসগুলিকে ফুটাইয়া দ্রবীভূত কর ও তারপর ঠাণ্ডা হইতে দাও। ফিল্টার কর ও কেলাসগুলিকে দুইটি ফিল্টার পেপারের সাহায্যে চাপ দিয়া শুষ্ক কর।

উৎপন্ন পিক্রিক অ্যাসিডের পরিমাণ=13 গ্রাম ও উহার গলনাঙ্ক 122°C।

মিথাইল অরেঞ্জ (Methyl Orange) :

প্রথমে সালফানিলিক অ্যাসিড হইতে দ্বি-নাইট্রোজেন করণ দ্বারা (Diazotisation) দ্বি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণ (Diazonium salt) তৈরী করা হয়। উক্ত লবণ ক্ষারীয় মাধ্যমে ডাইমিথাইল অ্যানিলিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া মিথাইল অরেঞ্জ [প্যারা-(প্যারা-ডাইমিথাইল অ্যামিনো ফিনাইল অ্যাজো)-বেঞ্জিন সালফোনেট অব সোডিয়াম] তৈরী করে।

$$p\text{-}NH_2C_6H_4SO_3H \xrightarrow[HCl]{NaNO_2} p\text{-}N_2ClC_6H_4SO_3H$$

$$HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}N_2Cl + C_6H_5\text{-}N(CH_3)_2 \xrightarrow{NaOH} NaO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}N{=}N\text{-}C_6H_4\text{-}N(CH_3)_2$$

যুগ্মন-বিক্রিয়া (Coupling reaction) সম্পর্কে যাহা জানা গিয়াছে তাহা হইতে এই কথা বলা যায় যে দ্বি-নাইট্রোজেন যুক্ত লবণ প্রথমে আয়নিত হইয়া ডাই-অ্যাজোনিয়াম ক্যাটায়ন (Diazonium Cation) উৎপন্ন করে। পরে ডাই-অ্যাজোনিয়াম ক্যাটায়ন ডাই-মিথাইল অ্যানিলিনের প্যারা-অবস্থান আক্রমণ করে। ফলে 6-কমপ্লেক্স তৈরী হয়। তারপর দ্রুত বিক্রিয়ায় একটি প্রোটন বিদূরিত হয় ও মিথাইল অরেঞ্জ উৎপন্ন করে।

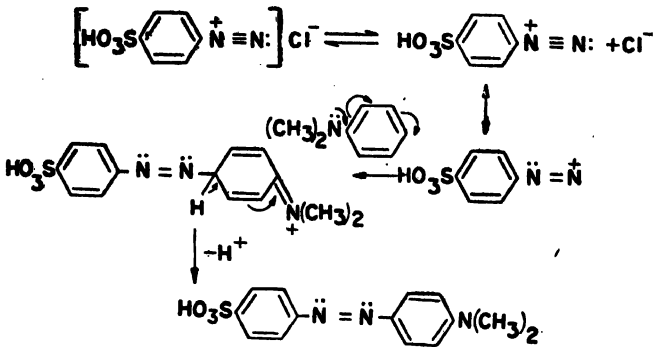
$$[HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}\overset{+}{N}{\equiv}N:]Cl^- \rightleftharpoons HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}\overset{+}{N}{\equiv}N: + Cl^-$$

$$\updownarrow$$

$$HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}\ddot{N}=\overset{+}{N}$$

$$(CH_3)_2\ddot{N}\text{-}C_6H_5 + HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}\ddot{N}=\overset{+}{N} \longrightarrow HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}\ddot{N}=\ddot{N}\text{-}C_6H_4(H)=\overset{+}{N}(CH_3)_2$$

$$\downarrow -H^+$$

$$HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}\ddot{N}=\ddot{N}\text{-}C_6H_4\text{-}N(CH_3)_2$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

সালফানিলিক অ্যাসিড—7 গ্রাম
ডাইমিথাইল অ্যানিলিন—4 মি. লি.
নিরুদক সোডিয়াম কার্বনেট—2 গ্রাম
সোডিয়াম নাইট্রাইট—2·2 গ্রাম
গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—12 মি. লি.।

একটি 500 মি. লি. বিকারে 50 মি. লি. জল লইয়া তাহাতে 2 গ্রাম নিরুদক সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত কর। তারপর 7 গ্রাম সালফানিলিক অ্যাসিড যোগ কর এবং সামান্য উত্তপ্ত করিয়া একটি স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী কর। ইহাতে $NaNO_2$ দ্রবণ (10 মি. লি. জলে) যোগ কর এবং পাত্রটিকে বরফ-জলে বসাইয়া উত্তপ্ত কমাইয়া 5°C-এ আন। এই দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া 15 মি. লি. জলে 8 মি. লি. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ ঢাল। সবসময় ইহাকে নাড়িতে থাক এবং উষ্ণতা কোন অবস্থাতেই যেন 10°C এর উপরে না উঠে। সমস্ত অ্যাসিডটুকু যোগ করা হইয়া গেলে পাত্রটিকে আরও 15 মিনিটের জন্য বরফ-জলে রাখিয়া দাও। দ্বি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণ তৈরী

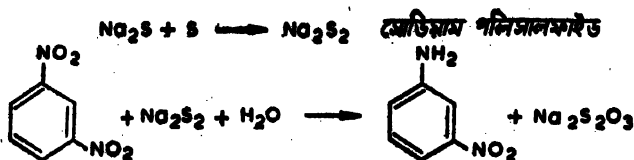
হইবে। অপর আর একটি বিকারে 4 মি. লি. ডাইমিথাইল অ্যানিলিন লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. জল ও 4 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল। ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। একটি স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হইবে। ইহাকে বরফ-জলে রাখিয়া ঠাণ্ডা কর। তারপর ডি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণের দ্রবণকে বরফ-জলে বসাইয়া ভাল করিয়া নাড়িতে থাক। ডাইমিথাইল অ্যানিলিনের দ্রবণ আস্তে আস্তে উহাতে যোগ কর। মিশ্রণকে 5 মিনিটের জন্য রাখিয়া দাও। মিশ্রণ ঈষৎ লালবর্ণের হইবে। তারপর মিশ্রণে আস্তে আস্তে 10% NaOH দ্রবণ যোগ করিতে থাক ও নাড়িতে থাক। যখন মিশ্রণ কমলালেবুর (অরেঞ্জ) রঙের হইবে তখন আর সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করিবে না। ইহাকে 50°C—55°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত কর এবং নাড়িতে থাক। যখন সমস্ত মিথাইল অরেঞ্জ দ্রবীভূত হইয়া যাইবে তখন তাহাতে 10 গ্রাম চূর্ণীকৃত সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশাও। সোডিয়াম ক্লোরাইড যখন দ্রবীভূত হইয়া যাইবে তখন পাত্রটিকে সরাইয়া আনিয়া 10-15 মিনিটের জন্য ঠাণ্ডা হইতে দাও। তারপর বরফ-জলে রাখিয়া ঠাণ্ডা কর। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। সমস্ত জল নিঃসৃত হইতে দাও। এইবার মিথাইল অরেঞ্জকে 100 মি. লি. জলে ফুটাইয়া দ্রবীভূত কর এবং উত্তপ্ত অবস্থায় ফিল্টার কর। পরিস্রুত ঠাণ্ডা হইলেই লালচে কমলালেবুর রঙের মিথাইল অরেঞ্জ কেলাস পৃথক হইয়া যাইবে। কেলাস-গুলিকে শুষ্ক কর।

উৎপন্ন মিথাইল অরেঞ্জের পরিমাণ—9 গ্রাম।

মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিন (m-Nitroaniline) :

মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিনের একটি —NO_2 গ্রুপ সোডিয়াম পলিসালফাইড বিজারিত করিয়া মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিন উৎপন্ন করে। মেটা-নাইট্রো-অ্যানিলিনের কেলাসগুলি দেখিতে উজ্জ্বল হলুদ বর্ণের সূঁচের মত।

$$Na_2S + S \longrightarrow Na_2S_2 \quad \text{সোডিয়াম পলিসালফাইড}$$

$$C_6H_4(NO_2)_2 \text{ (m-) } + Na_2S_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_4(NH_2)(NO_2) \text{ (m-) } + Na_2S_2O_3$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক :

মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন—10·00 গ্রাম
সোডিয়াম সালফাইড—16·00 গ্রাম
সালফার—4·00 গ্রাম

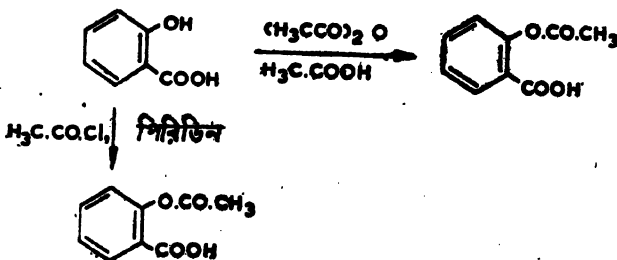
একটি বিকারে 60 মি. লি. জল লইয়া তাহাতে 16·0 গ্রাম সোডিয়াম সালফাইড ও 4·0 গ্রাম সালফার লও। মিশ্রণ ফুটাও; সোডিয়াম পলিসালফাইডের একটি স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হইবে। অপর একটি বিকারে 10·0 গ্রাম মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন ও 80 মি. লি. জল লইয়া মৃদু ফুটাও ও নাড়িতে থাক। ফুটন্ত অবস্থায় এই মিশ্রণে বিন্দুপাতী ফানেল হইতে সোডিয়াম পলিসালফাইড দ্রবণ আস্তে আস্তে যোগ কর ও ভাল করিয়া নাড়িতে থাক। পলিসালফাইড দ্রবণ সমস্তটুকু ঢালা হইয়া গেলে মিশ্রণটিকে 20 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। তারপর ইহাতে 200 মি. লি. গরম জল যোগ করিয়া আবার ফুটাইয়া লও ও গরম অবস্থায় দ্রুত ফিল্টার কর। পরিস্রুত একটি হিম-গাহে বসাইয়া ঠাণ্ডা কর। তারপর কেলাস অধঃক্ষিপ্ত হইলে ফিল্টার কর ও ভাল করিয়া ধৌত কর। তারপর ন্যূনতম পরিমাণ জলে ফুটাইয়া দ্রবীভূত কর ও ঠাণ্ডা কর। পাত্রে মেটা-নাইট্রো অ্যানিলিন জমা হইবে। তৎপর ফিল্টার করিয়া কেলাসগুলিকে শুষ্ক করিয়া লও।

প্রাপ্ত মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিনের পরিমাণ—6·0 গ্রাম ও গলনাংক—114°C।

অ্যাসপিরিন বা অ্যাসিটাইল স্যালিসাইলিক অ্যাসিড (Aspirin or Acetyl salicylic acid) :

স্যালিসাইলিক অ্যাসিড হইতে অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের সাহায্যে বা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ও পিরিডিনের সাহায্যে অ্যাসপিরিন তৈরী করা যায়।

$$C_6H_4(OH)(COOH) \xrightarrow[H_3C.COOH]{(H_3CCO)_2O} C_6H_4(O.CO.CH_3)(COOH)$$

$$C_6H_4(OH)(COOH) \xrightarrow{H_3C.CO.Cl,\ \text{পিরিডিন}} C_6H_4(O.CO.CH_3)(COOH)$$

প্রথম পদ্ধতি :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

স্যালিসাইলিক অ্যাসিড—10 গ্রাম
অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—10 মি. লি.
গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড—10 মি. লি.

একটি 100 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া উহাতে 10 গ্রাম স্যালিসাইলিক অ্যাসিড লও। তারপর উহাতে 10 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও 10 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যাসিড ঢাল। ফ্লাস্কমুখে একটি রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাইয়া 25 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। বিক্রিয়া শেষে উক্ত মিশ্রণ একটি বিকারে 200 মি. লি. ঠাণ্ডা জল লইয়া তাহাতে ঢালিয়া দাও ও ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। ফিল্টার কর ও কেলাসগুলিকে ন্যূনতম পরিমাণ জল ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের মিশ্রণে (1 : 1 v/v) উত্তপ্ত করিয়া দ্রবীভূত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার করিয়া কেলাসগুলি সংগ্রহ কর ও শুষ্ক কর।

প্রাপ্ত অ্যাসপিরিনের পরিমাণ—11 গ্রাম
ও উহার গলনাংক—136°C-137°C

দ্বিতীয় পদ্ধতি :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

স্যালিসাইলিক অ্যাসিড—10 গ্রাম
অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড—7·5 মি. লি.
পিরিডিন—7 মি. লি.

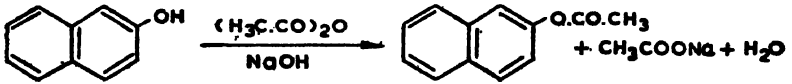
প্রথমে একটি 100 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 7 মি. লি. পিরিডিন ঢাল। তারপর উহাতে 10 গ্রাম স্যালিসাইলিক অ্যাসিড দাও। কাল বিলম্ব না করিয়া প্রতিবারে অনুমানিক 1 মি. লি. করিয়া 7.5 মি. লি. অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড উহাতে যোগ কর। অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড যোগ করার সময় প্রতিনিয়ত ঝাঁকাইতে হইবে। মিশ্রণের উষ্ণতা 50°C—60°C এর মধ্যে রাখিতে হইবে। প্রয়োজন হইলে ঠাণ্ডা করিয়া লইবে। তারপর একটি ফুটন্ত জল-গাহে বসাইয়া মিশ্রণটিকে 10 মিনিটের জন্য ফুটাইয়া লও। বিক্রিয়া শেষে উহাকে ঠাণ্ডা করিয়া লও। তারপর একটি বিকারে 200 মি. লি. বরফে ঠাণ্ডা করা জল লইয়া উহাতে আস্তে আস্তে মিশ্রণটিকে ঢালিতে থাক ও ভাল করিয়া নাড়িতে থাক। ধীরে ধীরে অ্যাসপিরিনের কেলাস

অধঃক্ষিপ্ত হইবে। ফিল্টার কর ও কেলাস জল দিয়া ধৌত কর। তারপর কেলাসগুলিকে পূর্বোক্ত পদ্ধতির ন্যায় বিশুদ্ধ করিয়া লও।

প্রাপ্ত অ্যাসপিরিনের পরিমাণ—11 গ্রাম।

β-ন্যাপথাইল অ্যাসিটেট (β-Naphthyl acetate) :

β-ন্যাপথল হইতে অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাহায্যে β-ন্যাপথাইল অ্যাসিটেট তৈরী করিতে পারা যায়।

$$C_{10}H_7OH \xrightarrow[NaOH]{(H_3C.CO)_2O} C_{10}H_7O.CO.CH_3 + CH_3COONa + H_2O$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

β-ন্যাপথল— 8 গ্রাম

10% NaOH দ্রবণ—40 মি. লি.

অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—8·8 মি.লি.।

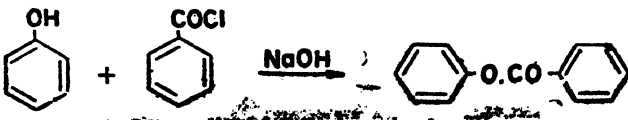
একটি 250 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্কে 10% NaOH দ্রবণ 40 মি. লি. লইয়া তাহাতে 8 গ্রাম β-ন্যাপথল দ্রবীভূত কর। ইহাতে 50 গ্রাম বরফ ও 8·8 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড যোগ কর। কর্কের সাহায্যে ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ করিয়া 25-30 মিনিট ধরিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাও। বিক্রিয়া শেষে β-ন্যাপথাইল অ্যাসিটেটের বর্ণহীন কেলাস পড়িবে। ফিল্টার কর ও ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাসগুলিকে ধৌত কর। তারপর জল ও অ্যালকোহলের একটি মিশ্রণের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর। একটি সচ্ছিদ্র প্লেটের উপর কেলাসগুলিকে রাখিয়া শুষ্ক কর।

প্রাপ্ত β-ন্যাপথাইল অ্যাসিটেটের পরিমাণ—10 গ্রাম।

ও ইহার গলনাংক—71°C।

ফিনাইল বেনজোয়েট (Phenyl benzoate) :

ফেনল হইতে বেনজোয়িল ক্লোরাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিক্রিয়ায় ফিনাইল বেনজোয়েট তৈরী হয়।

$$C_6H_5OH + C_6H_5COCl \xrightarrow{NaOH} C_6H_5O.CO\text{-}C_6H_5$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

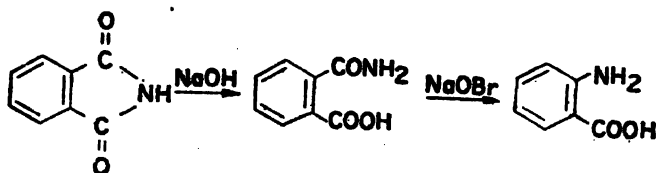
ফেনল—8 গ্রাম
বেনজোয়িল ক্লোরাইড—16 মি. লি.
10% NaOH দ্রবণ—120 মি. লি.

একটি বড় কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 8 গ্রাম ফেনল ও 120 মি. লি. 10% NaOH দ্রবণ ঢাল। ফেনল সবটুকু দ্রবীভূত হইল কিনা দেখিয়া লও। তারপর উহাতে 16 মি. লি. বেনজোয়িল ক্লোরাইড যোগ কর। ফ্লাস্কের মুখ কর্কের সাহায্যে বন্ধ করিয়া 25-30 মিনিট ভাল করিয়া ঝাঁকাও। বিক্রিয়া শেষে ফিনাইল বেনজোয়েট জমাট আকারে থাকিলে দণ্ডের সাহায্যে ভাল করিয়া ভাঙ্গিয়া দাও। তারপর পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে ক্ষারমুক্ত করিবার জন্য ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত করিয়া লও। এস্টারের কেলাসগুলিকে মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে বিশুদ্ধ কর। এক্ষেত্রে যে ন্যূনতম পরিমাণ দ্রাবক কেলাসগুলিকে দ্রবীভূত করার জন্য প্রয়োজন তাহার দ্বিগুণ পরিমাণ দ্রাবক লও।

প্রাপ্ত ফিনাইল বেনজোয়েটের পরিমাণ—9·5—12 গ্রাম
ও উহার গলনাংক—69°C।

অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড (Anthranilic acid) :

ঠাণ্ডা অবস্থায় থ্যালিমাইড (Phthalimide) NaOH দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া থ্যালামিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। উক্ত থ্যালামিক (Phthalamic) অ্যাসিড তৎপর ব্রোমিন ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড তৈরী হয়।

$$C_6H_4(CO)_2NH \xrightarrow{NaOH} C_6H_4(CONH_2)(COOH) \xrightarrow{NaOBr} C_6H_4(NH_2)(COOH)$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

থ্যালিমাইড—10 গ্রাম
সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড—23 গ্রাম

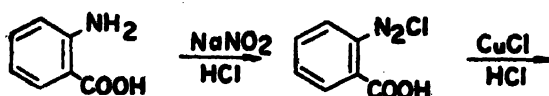
গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—25 মি. লি.
গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড—10 মি. লি.
ব্রোমিন—4 মি. লি.

প্রথমে একটি কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 50 মি. লি. জলে 13 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত কর। তারপর ইহাকে ঠাণ্ডা করিয়া উষ্ণতা 0°C-এ নামাইয়া আন। 4 মি.লি. ব্রোমিন আস্তে আস্তে উহাতে ঢালিতে থাক ও প্রতিনিয়ত ঝাঁকাইতে থাক। সমস্ত ব্রোমিন বিক্রিয়া না করা পর্যন্ত ঝাঁকাও। আবার উষ্ণতা কমাইয়া 0°C-এ আন। তারপর 10 গ্রাম থ্যালিমাইড উহাতে ঢালিয়া দাও। ঝাঁকাইয়া থ্যালিমাইড দ্রবীভূত করাও। তারপর উহাতে 40 মি. লি. জলে 10 গ্রাম NaOH-এর দ্রবণ ঢালিয়া দাও। মিশ্রণের উষ্ণতা বাড়িবে। উক্ত মিশ্রণকে 80°C উষ্ণতায় 5 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত কর। বিক্রিয়াশেষে কনিক্যাল ফ্লাস্কটিকে বরফে ঠাণ্ডা কর। মিশ্রণে আস্তে আস্তে 25 মি. লি. গাঢ় HCl ঢালিয়া উহাকে প্রশমিত কর। তারপর 10 মি. লি. গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড উহাতে ধীরে ধীরে যোগ কর; অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হইয়া যাইবে। ফিল্টার কর ও ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাস-গুলিকে ধৌত কর। তারপর ফুটন্ত জলের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর।

প্রাপ্ত অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিডের পরিমাণ—6 গ্রাম
ও উহার গলনাঙ্ক—145°C।

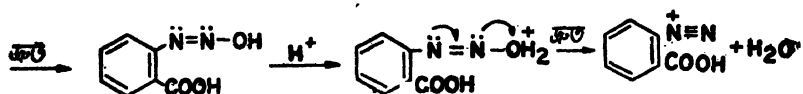
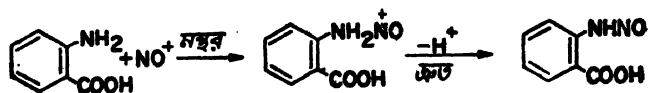
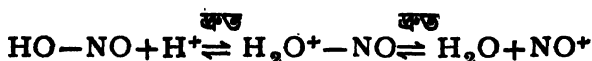
অর্থো-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড (o-Chlorobenzoic acid) :

অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড হইতে প্রথমে দ্বি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণ তৈরী করিয়া তারপর দ্বি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণের সহিত কিউপ্রাসক্লোরাইড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় অর্থো-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড তৈরী করা হয়।

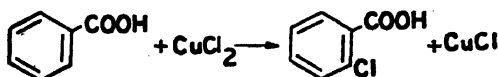
$$C_6H_4(NH_2)(COOH) \xrightarrow[HCl]{NaNO_2} C_6H_4(N_2Cl)(COOH) \xrightarrow[HCl]{CuCl}$$

দ্বি-নাইট্রোজেন যুক্তকরণের কৌশল সম্পর্কে মতৈক্যে পৌছানো না গেলেও গতীয় অধ্যয়ন (Kinetic studies) লব্ধ ফলের সহিত সঙ্গতিপূর্ণ নিম্নলিখিত কৌশলটি লেখা যায়।

$$HO-NO+H^+ \underset{}{\overset{\text{দ্রুত}}{\rightleftharpoons}} H_2O^+-NO \overset{\text{দ্রুত}}{\rightleftharpoons} H_2O+NO^+$$

$$C_6H_4(NH_2)(COOH) + NO^+ \xrightarrow{\text{মন্থর}} C_6H_4(NH_2\overset{+}{N}O)(COOH) \xrightarrow[\text{দ্রুত}]{-H^+} C_6H_4(NHNO)(COOH)$$

$$\xrightarrow{\text{দ্রুত}} C_6H_4(\ddot{N}=\ddot{N}-OH)(COOH) \xrightarrow{H^+} C_6H_4(\ddot{N}=\ddot{N}-\overset{+}{O}H_2)(COOH) \xrightarrow{\text{দ্রুত}} C_6H_4(\overset{+}{N}\equiv N)(COOH) + H_2O$$

ডাই-অ্যাজো মূলক সরাইয়া তাহার পরিবর্তে বেঞ্জিনবৃত্তে ক্লোরিন পরমাণু যুক্ত করা সম্পর্কে কৌশল নিশ্চিতভাবে বলা না গেলেও বিক্রিয়াটি নিম্নলিখিত-ভাবে সঙ্ঘটিত হয় বলিয়া অনেকে মনে করেন।

$$C_6H_4(COOH)(N_2^+) + Cl^- + CuCl \longrightarrow C_6H_5COOH + N_2 + CuCl_2$$

$$C_6H_5COOH + CuCl_2 \longrightarrow C_6H_4(COOH)(Cl) + CuCl$$

প্রথমে ডাই-অ্যাজোনিয়াম আয়ন কিউপ্রাস আয়ন কর্তৃক বিজারিত হয়। তৎপর উদ্ভূত ফ্রি-র‍্যাডিক্যাল্ কিউপ্রিক ক্লোরাইডকে বিজারিত করিয়া বেঞ্জিনবৃত্তে ক্লোরিন পরমাণু যুক্ত করে।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড—14 গ্রাম

গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—20 মি. লি.

সোডিয়াম নাইট্রাইট—7 গ্রাম

কপার সালফেট—26 গ্রাম

সোডিয়াম ক্লোরাইড—12 গ্রাম

কপার কুচি—14 গ্রাম

গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—80 মি. লি.।

প্রথমে কিউপ্রাস ক্লোরাইডের একটি দ্রবণ তৈরী করিয়া লও। 26 গ্রাম কপার সালফেট ও 12 গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড 50 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর। দ্রবণটিকে উত্তপ্ত করিয়া ফুটন্ত অবস্থায় আন। তারপর উহাতে 14 গ্রাম কপার কুচি ও 80 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দাও এবং

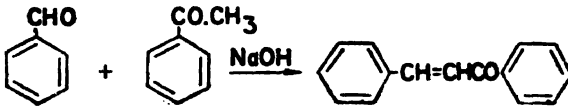
যতক্ষণ না দ্রবণ প্রায় বর্ণহীন হইয়া যাইতেছে ততক্ষণ রিল্লার বায়ু-শীতক লাগাইয়া ফুটাও। তারপর বরফে ঠাণ্ডা কর।

একটি বিকার লইয়া তাহাতে 100 মি. লি. জল ও 20 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল। উহাতে 14 গ্রাম অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড দ্রবীভূত কর। দ্রবণের উষ্ণতা কমাইয়া 5°C-এ আন। তারপর উহাতে 25 মি. লি. জলে 7 গ্রাম সোডিয়াম নাইট্রাইটের দ্রবণ আস্তে আস্তে ঢাল। বিক্রিয়া শেষ হইল কিনা তাহা স্টার্চ-পটাসিয়াম আয়োডাইড কাগজ দিয়া দেখিয়া লও। এইবার এই দ্রবণ কিউপ্রাস ক্লোরাইডের দ্রবণে আস্তে আস্তে ঢালিতে থাক ও ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দাও। সমস্তটুকু ঢালা হইয়া গেলে আড়াই ঘণ্টা উহাকে রাখিয়া দাও ও মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দাও। বিক্রিয়া শেষে অর্থো-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড ফিল্টার কর ও ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাসগুলিকে ধৌত কর। কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ করিবার জন্য দ্রাবক হিসাবে জল লও। ইহাতে সামান্য সক্রিয় চারকোল যোগ কর।

প্রাপ্ত অর্থো-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিডের পরিমাণ 14 গ্রাম
ও উহার গলনাংক 138°C-139°C।

বেনজাল অ্যাসিটোফেনন (Acetophenone) :

বেনজালডিহাইড সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের উপস্থিতিতে অ্যাসিটোফেননের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বেনজাল অ্যাসিটোফেনন তৈরী করে।

$$C_6H_5CHO + C_6H_5CO.CH_3 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5\text{-}CH{=}CHCO\text{-}C_6H_5$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেনজালডিহাইড—46 গ্রাম
অ্যাসিটোফেনন—52 গ্রাম
রেকটিফাইড স্পিরিট—122·5 মি. লি.
সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড—22 গ্রাম।

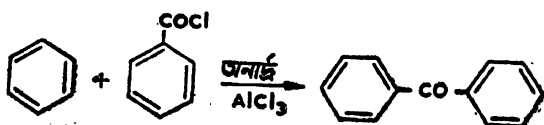
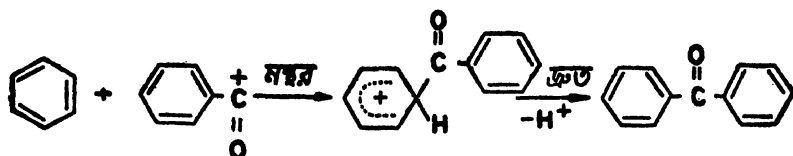
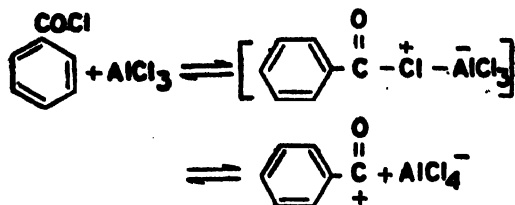
একটি 500 মি. লি. ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে একটি যান্ত্রিক আলোড়ক যুক্ত কর। উহাতে 200 মি. লি. জল ঢাল 22 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত

কর। 122·5 মি. লি. রেকটিফাইড স্পিরিট ঢাল। ফ্লাস্কটিকে একটি বরফ-গাহে (ice-bath) বসাইয়া উহাকে 52 গ্রাম অ্যাসিটোফেনন যোগ কর ও যান্ত্রিক আলোড়কের সাহায্যে নাড়িতে থাক। তাহাতে 46 গ্রাম বেনজাল-ডিহাইড ঢাল। মিশ্রণের উষ্ণতা 25°C-এর কাছাকাছি রাখিবে। প্রায় তিন ঘণ্টা নাড়িবার পর বিক্রিয়া শেষ হইবে। তারপর আলোড়ক সরাইয়া একদিনের জন্য শীতকের (Refrigerator) মধ্যে রাখিয়া দাও ফ্লাস্কটিকে। বিক্রিয়াশেষে ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত কর যতক্ষণ না উহা ক্ষারমুক্ত হয়। তারপর 20 মি. লি. ঠাণ্ডা রেকটিফাইড স্পিরিট দিয়া ধৌত কর। 450 মি.লি. ঠাণ্ডা রেকটিফাইড স্পিরিটের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ করিয়া লও।

প্রাপ্ত বেনজাল অ্যাসিটোফেননের পরিমাণ—77 গ্রাম
ও উহার গলনাংক 56°C-57°C।

বেনজোফেনন (Benzophenone) :

অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে বেঞ্জিন বেনজয়িল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বেনজোফেনন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটিকে ফ্রাইডেল—ক্রাফ্‌ট্‌স বিক্রিয়া বলা হয়।

$$C_6H_6 + C_6H_5COCl \xrightarrow[AlCl_3]{\text{অনার্দ্র}} C_6H_5-CO-C_6H_5$$

উপরোক্ত বিক্রিয়া সম্পর্কে যাহা জানা গিয়াছে তাহাতে বিক্রিয়া কৌশল সম্পর্কে এই কথা বলা চলে যে বেনজয়িল ক্লোরাইড অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের সহিত প্রথমে অ্যাসাইল ক্যাটায়ন তৈরী করে। ইলেকট্রন-প্রিয় অ্যাসাইল ক্যাটায়ন তারপর বেঞ্জিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া পেন্টাডাইনাইল ক্যাটায়ন (Pentadienyl Cation) তৈরী করে। তারপর উহা হইতে একটি প্রোটন বাহির হইয়া বেনজোফেনন উৎপন্ন করে।

$$C_6H_5COCl + AlCl_3 \rightleftharpoons [C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{+}{Cl}-\overset{-}{Al}Cl_3] \rightleftharpoons C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{\overset{+}{C}}} + AlCl_4^-$$

$$C_6H_6 + C_6H_5-\overset{+}{C}=O \xrightarrow{\text{মন্থর}} [C_6H_6^+(H)(COC_6H_5)] \xrightarrow[-H^+]{\text{দ্রুত}} C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_5$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেঞ্জিন—40 মি. লি.
বেনজয়িল ক্লোরাইড—10 মি. লি.
অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড—10 গ্রাম।

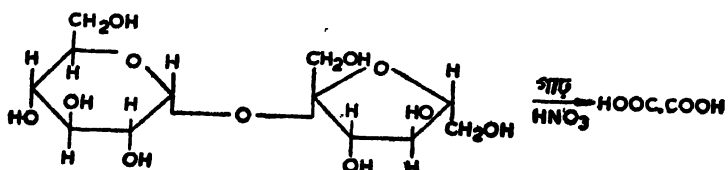
একটি ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 40 মি. লি. বেঞ্জিন (শুষ্ক) ও 10 গ্রাম অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড লও। ফ্লাস্কটিকে বরফ-জলে বসাইয়া ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। উহাতে 10 মি. লি. বেনজয়িল ক্লোরাইড আস্তে আস্তে একটু করিয়া ঢাল ও ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দাও। সমস্তটুকু বেনজয়িল ক্লোরাইড ঢালা হইয়া গেলে ফ্লাস্কটিকে জল-গাহে বসাইয়া ও রিফ্লাক্স বায়ু-শীতক লাগাইয়া আনুমানিক দুই ঘণ্টা ধরিয়া জল ফুটাইতে থাক। বিক্রিয়া শেষে একটি বিকারে 75 গ্রাম বরফচূর্ণ লইয়া তাহাতে 35 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল। তারপর ফ্লাস্কের মিশ্রণটিকে বিকারে ঢালিয়া দাও। উপরের বেঞ্জিন স্তর পৃথক করিয়া লইয়া তাহা 20 মি. লি. 5% NaOH দ্রবণ দ্বারা ধৌত কর। তৎপর জল যোগ করিয়া ধৌত কর। পুনরায় বেঞ্জিন স্তর পৃথক করিয়া তাহা অনার্দ্র $MgSO_4$ দ্বারা শুষ্ক করিয়া লও। ক্লেইসেন ফ্লাস্কের সাহায্যে 15 মি. লি. বায়ুচাপে ও 187°C—190°C উষ্ণতায় বেনজোফেনন সংগ্রহ কর। ঠাণ্ডা হইলেই বেনজোফেনন কঠিন হইয়া যাইবে।

প্রাপ্ত বেনজোফেননের পরিমাণ—10 গ্রাম
ও উহার গলনাংক 48°C।

অক্সালিক অ্যাসিড (Oxalic Acid) :

ইক্ষু শর্করাকে ঘন নাইট্রিক অ্যাসিডসহ উত্তপ্ত করিলে অক্সালিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

CH₂OH, H, H, O, H, HO, OH, H, H, OH — O — CH₂OH, O, H, H, HO, CH₂OH, OH, H

$$\xrightarrow[HNO_3]{\text{গাঢ়}} HOOC.COOH$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

ইক্ষু শর্করা—20 গ্রাম

গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড—100 মি. লি.

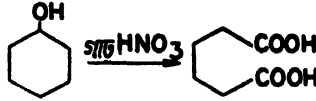
একটি 750 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 20 গ্রাম ইক্ষু শর্করা লও। তারপর 100 মি. লি. গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ কর। এইবার ফ্লাস্কটিকে একটি ধূমকক্ষে (Fume Cupboard) ফুটন্ত জল-গাহে বসাইয়া উত্তপ্ত কর। উত্তাপ পাইলেই দ্রুত বিক্রিয়া ঘটিতে থাকিবে এবং বাদামী বর্ণের গ্যাস বাহির হইতে থাকিবে। বিক্রিয়া শুরু হইলেই ফ্লাস্কটিকে জল-গাহ হইতে সরাইয়া লইয়া একটি কাঠের টুকরার উপর বসাও। আনুমানিক 20 মিনিট পর বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইবে। তখন মিশ্রণটি একটি বিকারে ঢালিয়া লও। ফ্লাস্কে সামান্য কিছু যাহা পড়িয়া থাকিবে তাহা 20 মি. লি. গাঢ় HNO_3 অ্যাসিডের সাহায্যে ধৌত করিয়া বিকারে ঢালিয়া লও। তারপর বিকারটি জলগাহে বসাইয়া উত্তপ্ত করিতে থাক যতক্ষণ না মিশ্রণের আয়তন 20 মি. লিটারে নামিয়া আসে। উহাতে 40 মি. লি. জল যোগ কর এবং আবার পূর্বের ন্যায় উত্তপ্ত করিয়া আয়তন 20 মি. লিটারে কমাইয়া আন। বিকারটি এইবার বরফ-জলে ঠাণ্ডা কর। অক্সালিক অ্যাসিডের কেলাস জমা হইতে থাকিবে। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর এবং কেলাসগুলিকে সামান্য গরম জলের সাহায্যে বিশুদ্ধ কর। শুষ্ক কাগজের মধ্যে চাপ দিয়া কেলাসগুলিকে শুষ্ক করিয়া লও।

উৎপন্ন অক্সালিক অ্যাসিডের পরিমাণ—7 গ্রাম

ও উহার গলনাংক 101°C।

অ্যাডিপিক অ্যাসিড (Adipic Acid) :

সাইক্লোহেক্সানলকে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করিলে অ্যাডিপিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

$$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH} \xrightarrow{\text{গাঢ় } HNO_3} \text{(CH}_2)_4(COOH)_2$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

সাইক্লোহেক্সানল—500 গ্রাম

গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড—1900 মি. লি.

একটি তিনমুখ বিশিষ্ট (Three necked) ফ্লাস্কে একটি বিন্দুপাতী ফানেল, একটি যান্ত্রিক আলোড়ক (mechanical stirrer) এবং একটি রিফ্লাক্স-শীতক যুক্ত কর। উহাতে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড 1900 মি. লি. ঢাল। ফ্লাস্কটি একটি ধূমকক্ষে (Fume Cupboard) রাখিয়া উত্তপ্ত কর। যখন অ্যাসিড ফুটিতে শুরু করিবে তখন আলোড়ক চালাইয়া কয়েক ফোঁটা সাইক্লোহেক্সানল বিন্দুপাতী ফানেলের সাহায্যে যোগ কর। বিক্রিয়া শুরু হইলে 500 গ্রাম সাইক্লোহেক্সানল 4-5 ঘণ্টার মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া উহাতে যোগ কর। বিক্রিয়া চলাকালে মিশ্রণটিকে ফুটন্ত অবস্থায় রাখিতে হইবে। সমস্তটুকু ঢালা শেষ হইলে আরও 15 মিনিট উহাদের ফুটাও। তারপর মিশ্রণটি ফ্লাস্ক হইতে একটি বিকারে ঢাল ও ঠাণ্ডা কর। অ্যাডিপিক অ্যাসিড কেলাসিত হইবে। ফিল্টার কর এবং 200 মি. লি. ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাস ধৌত কর। তারপর অবিশুদ্ধ কেলাস বিশুদ্ধ করিবার জন্য উহাতে একটি বিকারে লইয়া তাহাতে 700 মি. লি. গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ কর। তারপর উত্তপ্ত করিয়া কেলাসগুলিকে দ্রবীভূত কর। এইবার ঠাণ্ডা করিলে পূর্বের ন্যায় কেলাস জমা হইবে। ফিল্টার করিয়া আবার 200 মি. লি. ঠাণ্ডা জল দিয়া উহা ধৌত কর। শুষ্ক কর।

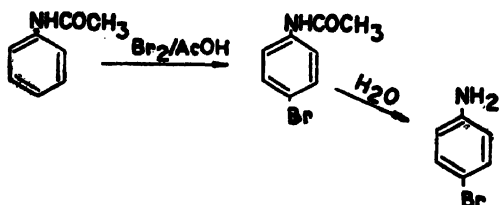
উৎপন্ন অ্যাডিপিক অ্যাসিডের পরিমাণ—400 গ্রাম

ও উহার গলনাংক—152°C।

প্যারা-ব্রোমোঅ্যানিলিন (p-bromoaniline) :

প্যারা-ব্রোমোঅ্যানিলিন তৈরী করার জন্য অ্যাসিটেনিলাইড হইতে

প্যারা-ব্রোমোঅ্যাসিটেনিলাইড তৈরী করিয়া তারপর প্যারা-ব্রোমো-অ্যাসিটেনিলাইডকে আর্দ্র বিশ্লেষণ করা হয়।

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3 \xrightarrow{Br_2/AcOH} p\text{-BrC}_6\text{H}_4\text{NHCOCH}_3 \xrightarrow{H_2O} p\text{-BrC}_6\text{H}_4\text{NH}_2$$

(A) প্যারা-ব্রোমোঅ্যাসিটেনিলাইড প্রস্তুতি :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

অ্যাসিটেনিলাইড—10 গ্রাম

ব্রোমিন—4·2 মি. লি।

একটি কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 50 মি. লি. গ্লেসিয়াল অ্যাসিড ঢাল। তাহাতে 10 গ্রাম অ্যাসিটেনিলাইড যোগ কর ও দ্রবীভূত করাও। অপর একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 60 মি. লি. গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড লইয়া তাহাতে 4·2 মি. লি. ব্রোমিনের একটি দ্রবণ তৈরী কর। এইবার ব্রোমিনের দ্রবণ আস্তে আস্তে অ্যাসিটেনিলাইডের দ্রবণে ঢালিতে থাক ও ফ্লাস্কটি মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দাও। ব্রোমিনের দ্রবণ যোগ করা শেষ হইলে ফ্লাস্কটিকে 20 মিনিটের জন্য রাখিয়া দাও তারপর উক্ত দ্রবণ একটি বৃহৎ বিকারে ঠাণ্ডা জল লইয়া তাহাতে ঢালিয়া দাও। প্যারা-ব্রোমো-অ্যাসিটেনিলাইড অধঃক্ষিপ্ত হইবে। কেলাসগুলিকে ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। তারপর পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাসগুলিকে ধৌত কর। মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহয্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর।

প্রাপ্ত প্যারা-ব্রোমোঅ্যাসিটেনিলাইডের পরিমাণ—10 গ্রাম

ও উহার গলনাংক—167°C।

(B) প্যারা-ব্রোমোঅ্যানিলিন প্রস্তুতি :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

প্যারা-ব্রোমোঅ্যাসিটেনিলাইড—10 গ্রাম

পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড— 6 গ্রাম

ইথাইল অ্যালকোহল— 20 মি. লি.।

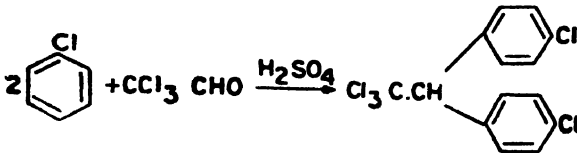
10 গ্রাম প্যারা-ব্রোমোঅ্যাসিটেনিলাইড 20 মি. লি. ফুটন্ত ইথাইল অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কর। তারপর ইহাতে 8 মি. লি. জলে তৈরী 6 গ্রাম পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ যোগ কর। একটি ফ্লাস্কে মিশ্রণটিকে লইয়া উহার মুখে একটি বায়ু-শীতক লাগাইয়া 40 মিনিট ধরিয়া ফুটাও। তারপর ইহাতে 80 মি. লি. জল যোগ কর। জল যোগ করার পর উক্ত মিশ্রণ পাতিত কর যতক্ষণ না উহা হইতে দুই-তৃতীয়াংশ পরিস্রুত পাত্রে জমা হয়। অবশেষ যাহা ফ্লাস্কে পড়িয়া রহিল তাহাতে 120 মি. লি ঠাণ্ডা জল যোগ কর। প্যারা-ব্রোমোঅ্যানিলিন প্রথমে তৈলের মত পৃথক হয় ও পরে কঠিন হিসাবে জমা হয়। ফিল্টার কর ও কেলাসগুলিকে ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত কর। কেলাস-গুলিকে বিশুদ্ধ করিবার জন্য জল ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ (2 : 1 v/v লও।

প্রাপ্ত প্যারা-ব্রোমোঅ্যানিলিনের পরিমাণ—8 গ্রাম

ও উহার গলনাংক—66°C।

ডি. ডি. টি (D. D. T) :

ক্লোরোবেঞ্জিন ও ক্লোরাল হাইড্রেট হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে ডি. ডি. টি তৈরী করা যায়।

$$2\,C_6H_5Cl + CCl_3\,CHO \xrightarrow{H_2SO_4} Cl_3C.CH(C_6H_4Cl)_2$$

ইহার সংক্ষিপ্ত নাম ডি. ডি. টি. হইলেও পুরা নাম *p, p′*-ডাইক্লোরোডাই-ফিনাইল ট্রাইক্লোরোইথেন বা [1, 1, 1-ট্রাইক্লোরো-2, 2-বিস (*p*-ক্লোরো-ফিনাইল) ইথেন]।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

ক্লোরাল হাইড্রট—17 গ্রাম

ক্লোরোবেঞ্জিন—23 মি.লি।

গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড—180 মি. লি।

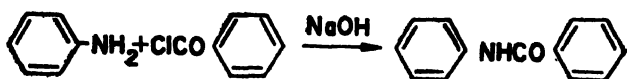
ভাল কাঁচের ছিপি লাগানো একটি 500 মি. লি. বিকারক বোতলে 23 মি. লি. ক্লোরোবেঞ্জিন ও 17 গ্রাম ক্লোরাল হাইড্রেট লও। একটি জলগাহে বোতলটি বসাইয়া উত্তপ্ত কর যতক্ষণ না সমস্ত ক্লোরাল হাইড্রেট দ্রবীভূত

হইয়া যায়। মাঝে মাঝে বোতলটিকে ঝাঁকাইয়া দিও। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া বোতলটির উষ্ণতা স্বাভাবিক উষ্ণতায় ফিরাইয়া আন। তারপর ধীরে ধীরে 180 মি. লি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড উহাতে দাও। তারপর কাচের ছিপি দিয়া বোতলের মুখ আঁটিয়া দিয়া যান্ত্রিক ঝাঁকানি দেড়ঘণ্টা ধরিয়া দাও। ঝাঁকানি শেষ হইলে 15 মিনিটকাল রাখিয়া দাও। একটি 1 লিটার বিকার লইয়া তাহাতে 700 মি. লি. জল লও ও তাহাতে আস্তে আস্তে বিকারক বোতলের মিশ্রণ ঢালিয়া দাও। ঠাণ্ডা হইয়া গেলে একটি সিণ্টার্ড গ্লাস ফানেলের (Sintered glass funnel) সাহায্যে ফিল্টার করিয়া লও ও কয়েকবার জল দিয়া ধৌত কর। অবিশুদ্ধ ডি. ডি. টি একটি বিকারে লইয়া তাহাতে 50 মি. লি 2% Na_2CO_3 ঢাল ও ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। তারপর ফিল্টার কর এবং যতক্ষণ না পরিস্রুত প্রশম হয় ততক্ষণ জল দিয়া কেলাস ধৌত কর। সমস্ত জল পড়িয়া যাইতে দাও। অবিশুদ্ধ ডি. ডি. টি একটি খলে লইয়া তাহাতে 100 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল যোগ কর ও কয়েক মিনিট নুড়ি দিয়া ভাল করিয়া কঠিনকে পিষিয়া দাও। এইবার একটি Buchner ফানেলের সাহায্যে ফিল্টার কর। বার দুই কেলাসগুলিকে ইথাইল অ্যালকোহলের সাহায্যে ধৌত কর। সমস্ত তরল পড়িয়া যাইতে দাও। তারপর ডি. ডি. টি. একটি জল-গাহে বসাইয়া শুষ্ক করিয়া লও।

প্রাপ্ত ডি. ডি. টির পরিমাণ—15 গ্রাম
ও উহার গলনাংক 107°C।

বেনজানিলাইড (Benzanilide):

A. অ্যানিলিন বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সহিত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া করিয়া বেনজানিলাইড উৎপন্ন করে।

$$C_6H_5\text{-}NH_2 + ClCO\text{-}C_6H_5 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5\text{-}NHCO\text{-}C_6H_5$$

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য:

অ্যানিলিন—5·0 মি. লি.
বেনজোয়িল ক্লোরাইড—7·0 মি. লি.

একটি 150 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 5·0 মি. লি. অ্যানিলিন লও। তার পর 10% NaOH দ্রবণ 50 মি. লি. ও 70 মি. লি.

বেনজোয়িল ক্লোরাইড যোগ কর। ফ্লাস্কের মুখ ছিপি দিয়া বন্ধ করিয়া 15 মিনিট ধরিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাও। বিক্রিয়া শেষে উহাতে 25 মি. লি. ঠাণ্ডা জল যোগ কর। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত কর ও জল ভাল করিয়া নির্গত হইতে দাও।

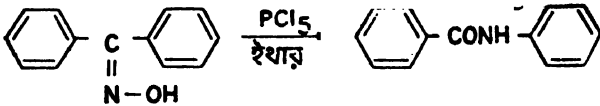
ইথাইল অ্যালকোহলের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর।

প্রাপ্ত বেনজানিলাইডের পরিমাণ—9·0 গ্রাম

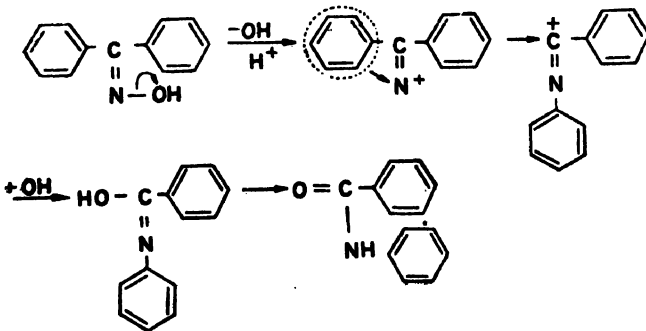
গলনাংক—162°C

কেলাসের বর্ণ—সাদা।

B. বেনজোফেননঅক্সাইম ফসফরাসপেণ্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বেনজানিলাইড উৎপন্ন করে।

$$C_6H_5-\underset{\underset{N-OH}{\|}}{C}-C_6H_5 \xrightarrow[\text{ইথার}]{PCl_5} C_6H_5-CONH-C_6H_5$$

বিক্রিয়া কৌশল সম্পর্কে যতদূর জানা গিয়াছে তাহাতে নিম্নলিখিত কৌশলে বিক্রিয়া সঙ্ঘটিত হয় বলিয়া অনুমিত হয়।

$$C_6H_5-\underset{\underset{N-OH}{\|}}{C}-C_6H_5 \xrightarrow[H^+]{-OH} C_6H_5-\underset{\underset{N^+}{\|}}{C}-C_6H_5 \longrightarrow \overset{+}{C}(=N-C_6H_5)-C_6H_5$$

$$\xrightarrow{+OH} HO-\underset{\underset{N-C_6H_5}{\|}}{C}-C_6H_5 \longrightarrow O=\underset{\underset{NH-C_6H_5}{|}}{C}-C_6H_5$$

এই বিক্রিয়ায়—OH মূলকের বিষমপক্ষ-অবস্থানে যে ফিনাইল র‍্যাডিক্যালটি ছিল তাহা নাইট্রোজেনে আসিয়া যুক্ত হইয়াছে। এই বিক্রিয়াটিকে বেকম্যান পুনর্বিন্যাস (Beckmann Rearrangement) বলে।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য :

বেনজোফেনোন অক্সাইম—5·0 গ্রাম

ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইড—10·0 গ্রাম

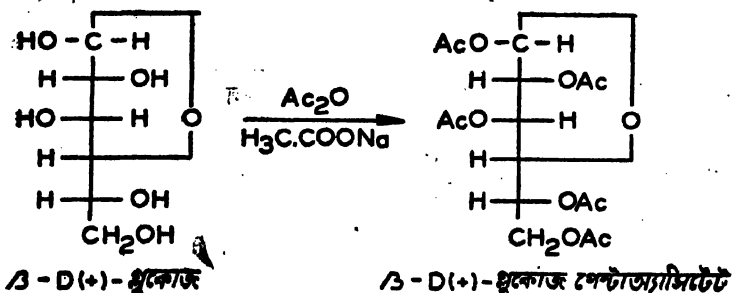
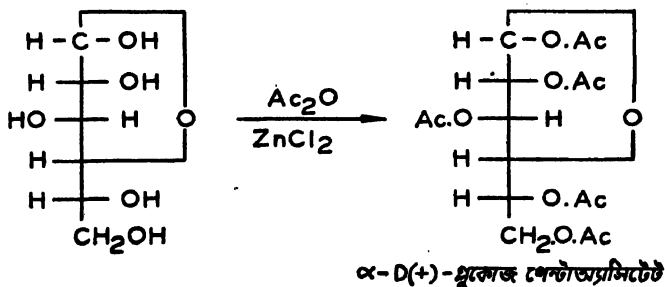
ইথার—50·0 মি. লি.

একটি 250 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 50 মি. লি. ইথার ঢাল। তারপর উহাতে 5·0 গ্রাম বেনজোফেনন অক্সাইম দ্রবীভূত কর। 10 গ্রাম ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইড যোগ করিয়া কয়েক মিনিট ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দাও তারপর ফ্লাস্কে শীতক লাগাইয়া পাতিত কর ও ইথার সংগ্রহ কর। ফ্লাস্ক ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে 50 মি. লি. জল যোগ কর। তারপর 30 মিনিট ধরিয়া মিশ্রণটিকে ফুটাও। ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার কর। কেলাস-গুলির ইথাইল অ্যালকোহলের সাহায্যে বিশুদ্ধ কর।

প্রাপ্ত বেনজানিলাইডের পরিমাণ—4·0 গ্রাম

ও গলনাংক—163°C।

গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেট (Glucose Penteacetate) :

অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড সহ গ্লুকোজ উত্তপ্ত করিলে দুই ধরনের পেণ্টাঅ্যাসিটেট পাওয়া যাইতে পারে। অনুঘটক হিসাবে নিরুদক $ZnCl_2$ ব্যবহার করিলে α-D(+)-গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেট ও নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট ব্যবহার করিলে β-D (+)--গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেট তৈরী হয়।

A. α-D (+)-গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেট প্রস্তুতি :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য : গ্লুকোজ—5·0 গ্রাম
অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—25·0 মি. লি.
নিরুদক জিংক ক্লোরাইড—1·0 গ্রাম।

একটি 150 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 25 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও 1·0 গ্রাম নিরুদক জিঙ্ক ক্লোরাইড লও। ফ্লাস্কের মুখে একটি রিফ্লাক্স-শীতক লাগাইয়া ফুটন্ত জলে ফ্লাস্কটিকে বসাইয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর। তারপর শীতক খুলিয়া ফ্লাস্কে 5·0 গ্রাম গ্লুকোজ একটু একটু করিয়া যোগ কর ও ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দাও। সমস্তটুকু গ্লুকোজ যোগ করা হইলে আবার শীতক লাগাইয়া ফুটন্ত জলগাহে বসাইয়া। ঘণ্টা ধরিয়া উত্তপ্ত কর। বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণ একটি বিকারে রাখা বরফে ঠাণ্ডা করা 250 মি. লি. জলে ঢালিয়া দাও। মিশ্রণটিকে নাড়িয়া দাও ও বরফ-জলে ঠাণ্ডা কর। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর ও জল দিয়া কেলাসগুলিকে ধৌত কর। মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ করিয়া লও।

প্রাপ্ত α-D(+)-গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেটের পরিমাণ 7·0 গ্রাম
ও গলনাঙ্ক—110°C-111C°।

B. β-D(+)-গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেটের প্রস্তুতি :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য : গ্লুকোজ—5·0 গ্রাম
অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড—25·0 মি. লি.
নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট—3·0 গ্রাম।

একটি খর্পরে 5·0 গ্রাম গ্লুকোজ ও 3·0 গ্রাম নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া লও। তারপর উক্ত মিশ্রণ একটি 150 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্কে ঢালিয়া লও। উহাতে 25 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড যোগ কর। ফ্লাস্কে একটি রিফ্লাক্স-শীতক সংযুক্ত কর। তারপর ফ্লাস্কটিকে ফুটন্ত জল-গাহে বসাইয়া $1\frac{1}{2}$ ঘণ্টা ধরিয়া উত্তপ্ত কর। মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দিও। বিক্রিয়া শেষে উক্ত মিশ্রণ 250 মি. লি. বরফে ঠাণ্ডা করা জলে ঢালিয়া দাও। মিশ্রণ নাড়িয়া দাও ও বরফে ঠাণ্ডা কর। পাম্পের সাহায্যে ফিল্টার কর। কেলাস জল দিয়া ধৌত কর। মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর।

প্রাপ্ত β-D(+)-গ্লুকোজ পেণ্টাঅ্যাসিটেটের পরিমাণ 7·0 গ্রাম
গলনাঙ্ক—130°C—131°C

চতুর্থ অধ্যায়

এই অধ্যায়ে জৈব যৌগে নাইট্রোজেন, সালফার, হ্যালোজেন রহিয়াছে কিনা তাহা জানিবার জন্ত যে সব পরীক্ষা করিতে হইবে সে সব পরীক্ষা বর্ণনা করা হইবে। তাহা ছাড়া জৈব যৌগে ক্রিয়াশীলমূলক সনাক্তকরণ ও উৎপন্ন (derivative) প্রস্তুতকরণ সম্পর্কেও আলোচিত হইবে।

যৌগে মৌল সনাক্তকরণ :

জৈব যৌগে নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেন রহিয়াছে কিনা তাহা নির্ণয় করিবার জন্ত প্রথমে যৌগ হইতে আয়ন উৎপাদনকারী লবণ প্রস্তুত করা ও তৎপর মৌলগুলি সনাক্ত করা হয়।

Lassaigne পরীক্ষা :

কোন জৈব যৌগকে ধাতব সোডিয়ামের সহিত গলিত করা হইলে সোডিয়াম ঐ যৌগকে ভাঙ্গিয়া চুরমার করিয়া ফেলে ও যৌগের মধ্যেকার নাইট্রোজেন ও কার্বনের সহিত সোডিয়াম সায়েনাইড NaCN, সালফারের সহিত সোডিয়াম সালফাইড Na_2S ও হ্যালোজেনের সহিত সোডিয়াম হ্যালাইড Na× তৈরী করে। এই লবণগুলি জলে দ্রাব্য। ইহাদের জলীয় দ্রবণ লইয়া পরীক্ষা করা হয়। যৌগে নাইট্রোজেন ও সালফার উভয় মৌল থাকিলে সোডিয়াম থায়োসায়েনেট NaCNS তৈরী হয়। কিন্তু ধাতব সোডিয়ামের পরিমাণ বেশী থাকিলে সোডিয়াম থায়োসায়েনেট বিয়োজনের ফলে সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম সায়েনাইড উৎপন্ন করে।

$$Na+C+N=NaCN \rightleftharpoons Na^{+}+CN^{-}$$

$$2Na+S=Na_2S \rightleftharpoons 2Na^{+}+S^{--}$$

$$2Na+X_2=2Na\times \rightleftharpoons 2Na+2X^{-}$$

$$Na+C+N+S=NaCNS \rightleftharpoons Na^{+}+CNS^{-}$$

$$NaCNS+2Na=Na_2S+NaCN$$

উপরোক্ত পরীক্ষাটির জন্ত প্রথমে গলন দ্রবণ (fusion solution) প্রস্তুত করিতে হয়। প্রস্তুত প্রণালীটি নিম্নরূপ। মটরশুঁটি দানাসদৃশ ছোট দুই টুকরা সোডিয়াম চুষ কাগজে (blotting paper) শুষ্ক করিয়া একটি গলন-

নলে (fusion tube) লও। যৌগটির সামান্ত একটু উহাতে দাও। গলন-নলটি চিমটা (pair of tongs) দিয়া কাত করিয়া ধরিয়া আরণ শিখার প্রথমে মৃদু উত্তাপ দাও। উত্তপ্ত করিবার সময় মনে রাখিতে হইবে যে শিখা যেন নলের মধ্যে রাখা মিশ্রণের সংস্পর্শে না আসে। ধীরে ধীরে উত্তাপ বাড়াও। যখন দেখিবে বিক্রিয়া শেষ হইয়াছে, আর কোন কিছু গলন-নল হইতে বাহির হইতেছে না এবং নলের নীচের অংশ রক্ত-তপ্ত হইয়াছে তৎক্ষণাৎ নলটি একটি খলে রাখা 10 মি. লি. পাতিত জলে ডুবাও। নলটি তৎক্ষণাৎ ভাজিয়া যাইবে। নুড়ি দিয়া নলের নিচের অংশ ভাজিয়া লও ও উপরের অংশ ফেলিয়া দাও। অনুরূপভাবে অপর একটি পরীক্ষা কর ও গলন-নলের মিশ্রণটিকে খলে লও। এইবার নুড়ি দিয়া কাঁচের টুকরা ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া লও। ফলে যে লবণ তৈরী হইয়াছে সেগুলি জলে দ্রবীভূত হইয়া যাইবে। ফিল্টার কর। পরিশ্রুতকে গলন-দ্রবণ বা স্টক দ্রবণ (Stock Solution) বলা হয়।

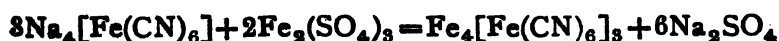
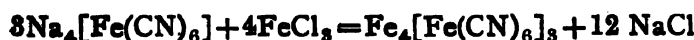
যদি পরিশ্রুত ক্ষারীয় না হইয়া থাকে তবে NaOH দ্রবণ মিশাইয়া N ও S-এর পরীক্ষার জন্ত ক্ষারীয় করিয়া লও। যদি জৈব যৌগটি অতিশয় উদ্বায়ী হয় তবে গলনের সময় সামান্ত ন্যাপথেলিন বা চিনি মিশাইয়া গলন-ক্রিয়া সম্পন্ন কর।

নাইট্রোজেনের জন্য পরীক্ষা :

2-3 মি. লি. গলন-দ্রবণ লইয়া উহাতে সদ্য তৈরী $FeSO_4$ দ্রবণ সমপরিমাণ মিশাইয়া এক মিনিট কাল ফুটাও। তারপর মিশ্রণটিকে দুই ভাগে ভাগ কর।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) এক ভাগে দুই ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ মিশাইয়া তৎপর লঘু HCl অ্যাসিড ঢালিয়া ফেরাস হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত কর।	প্রুসিয়ান-ব্লু (Prussian blue) অধঃক্ষেপ পড়িবে বা দ্রবণের প্রুসিয়ান-ব্লু বর্ণ হইবে।
(ii) অপর ভাগে লঘু H_2SO_4 মিশাও ও অধঃক্ষিপ্ত $Fe(OH)_2$ দ্রবীভূত কর।	

সদ্য প্রস্তুত $FeSO_4$ দ্রবণ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া $Fe(OH)_2$ উৎপন্ন করে। তারপর ইহা NaCN-এর সহিত $Na_4[Fe(CN)_6]$

তৈরী করে। $FeSO_4$ দ্রবণ ফুটাইবার ফলে কিছুটা ফেরাস আয়ন ফেরিক আয়নে পরিণত হয়। এই ফেরিক আয়ন বা ফেরিক ক্লোরাইডের ফেরিক আয়ন সোডিয়াম ফেরোসায়েনাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ফেরিক ফেরোসায়েনাইড উৎপন্ন করে।

$$FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$

$$Fe(OH)_2 + 6NaCN = Na_4[Fe(CN)_6] + 2NaOH$$

$$3Na_4[Fe(CN)_6] + 4FeCl_3 = Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12\ NaCl$$

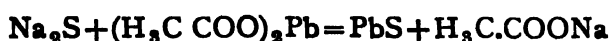
$$3Na_4[Fe(CN)_6] + 2Fe_2(SO_4)_3 = Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 6Na_2SO_4$$

সালফারের জন্য পরীক্ষা :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) 2-3 মি. লি. গলন-দ্রবণ লইয়া উহাতে কয়েক ফোঁটা সদ্যপ্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ দাও।	দ্রবণের বর্ণ বেগুনী বা গোলাপী হইবে।
(ii) 2-3 মি. লি. গলন-দ্রবণ লইয়া উহা অ্যাসেটিক অ্যাসিড দিয়া আম্লিক করিয়া লেড-অ্যাসিটেট দ্রবণ দাও।	কালো অধঃক্ষেপ পড়িবে।

$$Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO] = Na_4[Fe(CN)_5NOS]$$

টেট্রাসোডিয়াম পেণ্টাসায়েনো সালফিডো নাইট্রোসিল ফেরেট III

$$Na_2S + (H_3C\ COO)_2Pb = PbS + H_3C.COONa$$

সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড বিকারক অবশ্যই সদ্য প্রস্তুত করিতে হইবে। কারণ সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড জলীয় দ্রবণে আস্তে আস্তে বিয়োজিত হইয়া যায়।

নাইট্রোজেন ও সালফার উভয়ের পরীক্ষা :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
2-3 মি. লি. গলন দ্রবণ লইয়া লঘু HCl দিয়া আম্লিক করিয়া উহাতে কয়েক ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ দাও।	ফেরিক থায়োসায়েনেট তৈরী হয় বলিয়া দ্রবণ রক্তবর্ণ ধারণ করে।

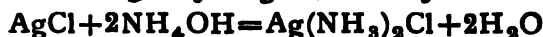
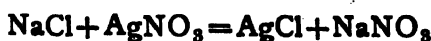
$$FeCl_3 + 3NaCNS = Fe(SCN)_3 + 3NaCl$$

নাইট্রোজেন ও সালফার উভয় মৌল কোন জৈব যৌগে থাকিলেও প্রাপ্ত গলন দ্রবণ এই পরীক্ষাটি নাও দিতে পারে কারণ অতিরিক্ত সোডিয়ামের সহিত সোডিয়াম থায়োসায়েনেট বিয়োজিত হইয়া সোডিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম সায়েনাইড উৎপন্ন করে। তবে নাইট্রোজেন পরীক্ষাকালে $FeSO_4$ দ্রবণ ঢালার পর সালফার থাকিলে FeS এর কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। সেক্ষেত্রে $FeSO_4$ এর দ্রবণ একটু বেশী করিয়া ঢালিতে হইবে।

$$FeSO_4 + Na_2S = FeS + Na_2SO_4$$

হ্যালোজেনের জন্য পরীক্ষা :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) 2-3 মি. লি. গলন দ্রবণ লইয়া উহা লঘু HNO_3 দিয়া আম্লিক করিয়া উহাতে $AgNO_3$ দ্রবণ যুক্ত কর।	(a) সাদা অধঃক্ষেপ ও উহা NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হইলে ক্লোরিন থাকিবে। (b) ঈষৎ হলুদ বর্ণের হইলে ব্রোমিন থাকিবে। (c) অধঃক্ষেপ হলুদ বর্ণের হইলে আয়োডিন থাকিবে।

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$$
$$AgCl + 2NH_4OH = Ag(NH_3)_2Cl + 2H_2O$$
$$NaBr + AgNO_3 = AgBr + NaNO_3$$
$$NaI + AgNO_3 = AgI + NaNO_3$$

উপরোক্ত বিক্রিয়ায় হ্যালোজেন আছে নিশ্চিতভাবে জানা হইলে নিম্নের পরীক্ষাটি করিতে হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) 2-3 মি. লি. গলন-দ্রবণে লঘু H_2SO_4 মিশাইয়া আম্লিক করিয়া CS_2 বা $CHCl_3$ বা CCl_4 মিশাইয়া ক্লোরিন-ওয়াটার দাও ও ঝাঁকাও।	(a) ক্লোরিন থাকিলে জৈবস্তর বর্ণহীন (b) ব্রোমিন থাকিলে জৈবস্তর বাদামীবর্ণের (c) আয়োডিন থাকিলে জৈবস্তর বেগুনী বর্ণের হইবে।

$$2NaBr + Cl_2 = 2NaCl + Br_2 \quad 2NaI + Cl_2 = 2NaCl + I_2$$

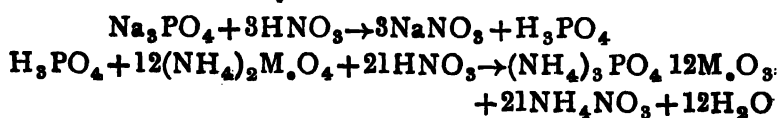
যৌগে নাইট্রোজেন ও / অথবা সালফার মৌল উপস্থিত থাকিলে হ্যালোজেন পরীক্ষা করার জন্য গলন-দ্রবণ আম্লিক করিয়া ধীরে ধীরে উত্তপ্ত কর যতক্ষণ না দ্রবণের আয়তন কমিয়া অর্ধেক হয়। ফলে HCN ও / অথবা H_2S দূরীভূত হইবে। তৎপর $AgNO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা করিতে হইবে।

ফসফরাসের জন্য পরীক্ষা :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
গলন দ্রবণের 1 মি. লি. লইয়া তাহাতে 3 মি. লি. গাঢ় HNO_3 মিশাও। তারপর মিনিটখানেক ফুটাও। ঠাণ্ডা করিয়া 4 মি.লি. অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ কর। মিশ্রণটিকে 40°C – 50°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত কর। তারপর কিছুক্ষণ রাখিয়া দাও।	অ্যামোনিয়াম ফসফো-মলিবডেটের হলুদ কেলাস অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

জৈব যৌগে ফসফরাস থাকিলে সোডিয়াম সহ গলিত করা হইলে সোডিয়াম ফসফেট তৈরী হইবে। উহা HNO_3 অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়াম মলিবডেটের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যামোনিয়াম ফসফোমলিবডেট উৎপন্ন করে।

$$Na_3PO_4 + 3HNO_3 \rightarrow 3NaNO_3 + H_3PO_4$$

$$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2M_oO_4 + 21HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3PO_4\,12M_oO_3 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

ফসফরাস সনাক্তকরণ করার জন্য গলন দ্রবণ না লইয়া নিম্নোক্তভাবেও করা চলে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
যৌগের ·02 গ্রামের সহিত 3 গ্রাম সোডিয়াম পারকসাইড ও 2 গ্রাম নিরুদক সোডিয়াম কার্বনেট নিকেল মুচিতে ভাল করিয়া মিশাইয়া লও। প্রথমে মুচিটিকে কম শিখায় উত্তপ্ত কর। তারপর উত্তাপ বাড়াও যতক্ষণ না সমস্তটুকু গলিয়া যায়। তারপর আরও 10 মিনিট উত্তপ্ত কর। তারপর মুচি ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে সামান্য জল যোগ কর। এইবার ফিল্টার কর। পরিস্রুতে বেশী করিয়া গাঢ় HNO_3 যোগপূর্বক অ্যামোনিয়াম মলিবডেট যোগ কর।	হলুদ বর্ণের অ্যামো-নিয়াম ফসফোমলিবডেট অধঃক্ষেপ পড়িবে।

সোডিয়াম কার্বনেট-জিঙ্ক প্রণালী (Sodium Carbonate-Zinc Method) :

এই পদ্ধতিতে জৈবযৌগকে অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট ও জিঙ্ক সহযোগে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে নাইট্রোজেন ও হ্যালোজেন থাকিলে সোডিয়াম সায়েনাইড ও সোডিয়াম হ্যালাইড উৎপন্ন করে। যৌগের সালফার জিঙ্কের সহিত জিঙ্ক সালফাইড তৈরী করে। ফলে থায়োসায়েনেট হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না। তবে জিঙ্ক চূর্ণ খুব বিশুদ্ধ হওয়া প্রয়োজন। নতুবা জিঙ্কের মধ্যেকার সালফার ও হ্যালোজেন এই লবণগুলিতে চলিয়া আসিবে।

প্রথমে একটি শুষ্ক খল লইয়া উহাতে অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট ও বিশুদ্ধ জিঙ্ক লইয়া নুড়ির সাহায্যে ভাল করিয়া মিশ্রিত কর। একটি শক্ত শুষ্ক টেষ্ট-টিউব লইয়া উহাতে যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে সোডিয়াম কার্বনেট-জিঙ্ক চূর্ণ মিশ্রণ কিছুটা দাও। এইবার টেষ্টটিউবের মিশ্রণটি নাড়িয়া দাও। তৎপর মিশ্রণের উপর সোডিয়াম কার্বনেট-জিঙ্ক চূর্ণ একটু বেশী করিয়া দাও যাহাতে মিশ্রণের উপর 3-4 সে. মি. উচ্চ একটি স্তর হয়। এইবার টেষ্টটিউবটি অনুভূমিকভাবে (horizontally) ধরিয়া খোলা দিকটা প্রথম উত্তপ্ত কর। তারপর উভয় দিকটি উত্তপ্ত করিতে থাক। কিছুক্ষণ এইভাবে উত্তপ্ত করিয়া তারপর উহাকে উল্লম্বভাবে (vertically) ধরিয়া উত্তাপ বাড়াও। যখন দেখিবে বিক্রিয়া শেষ হইয়াছে তখন উত্তপ্ত অবস্থায় টেষ্টটিউবটি পোর্সেলিন বেসিনে রাখা 10 মি. লি. পাতিত জলে ডুবাও। মৃদু ফুটাইয়া লও। তৎপর ঠাণ্ডা কর ও দ্রবণটি ফিল্টার কর। পরিস্রুত নিয়া নাইট্রোজেন ও হ্যালোজেনের জন্য পূর্বের ন্যায় পরীক্ষা কর। যে অবশেষ বেসিনে পড়িয়া থাকিবে তাহাতে নিম্নলিখিতভাবে সালফারের জন্য পরীক্ষা কর।

পোর্সেলিন বেসিনে অবশেষ লইয়া তাহাতে সামান্য লঘু HCl অ্যাসিড ঢাল। একটি ফিল্টার পেপারের মাঝখানে কয়েক ফোঁটা লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ দিয়া সিক্ত করিয়া ঐ ফিল্টার পেপার দিয়া বেসিনটি ঢাকিয়া দাও। জিঙ্ক সালফাইড হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া H_2S গ্যাস উৎপন্ন করিবে এবং উহা ফিল্টার পেপারকে কালো করিবে।

এই পরীক্ষাটির পাশাপাশি একটি খালি পরীক্ষা (blank experiment) করিলে ভাল হয় কেননা জিঙ্ক চূর্ণে সামান্য পরিমাণ সালফার ও হ্যালোজেন থাকিতে পারে।

ক্ষার-চিনি পরীক্ষা (Alkali-Sugar Test) :

একটি গলন-নলে সামান্য একটু জৈব যৌগ লইয়া তাহাতে 5 গুণ ক্ষার ও চিনির মিশ্রণ (1 : 10 অনুপাতে চিনি ও অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের একটি উত্তম মিশ্রণ) যোগ কর। তারপর উহাদের মিশাইয়া দাও। আরও একটু ক্ষার ও চিনির মিশ্রণ উহার উপরে দাও। গলন-নলটি প্রথমে মৃদু উত্তপ্ত কর। তারপর উত্তাপ বাড়াও। বিক্রিয়া শেষ হইলে গলন-নলটি একটি খলে রাখা জলে ডুবাও। নীচের অংশটি ভাঙ্গিয়া খলে লও। নুড়ির সাহায্যে খলে রাখা কাঁচের অংশ ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া দাও। তারপর ফিল্টার কর। পরিশ্রুত নিয়া যথারীতি নাইট্রোজেন, সালফার ও হ্যালোজেনের জন্য পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১২৯)।

উপরোক্ত পরীক্ষাগুলি ছাড়া শুধু হ্যালোজেন আছে কিনা জানিবার জন্য **Beilstein** পদ্ধতির ব্যবহার করা যায়। এই পদ্ধতিতে একটি পরিষ্কার তামার তার লইয়া উহা জারণ শিখায় উত্তপ্ত কর। ফলে তামার তারের উপর CuO-এর একটি আস্তরণ পড়িবে। জৈব যৌগের সামান্য একটু উহার উপর লইয়া বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত কর। বার্নারের শিখা সবুজ হইবে। এই টেষ্টের সাহায্যে হ্যালোজেন ভালভাবে সনাক্তকরণ করা যায় কিন্তু হ্যালোজেন নাই এমন যৌগ কখনও কখনও এই টেষ্ট দেয় ; যেমন ইউরিয়া।

দ্রাব্যতানির্ভর জৈব-যৌগের শ্রেণী বিভাগ :

জল, ইথার, সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের 5% জলীয় দ্রবণ, 5% হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ এবং ঠাণ্ডা গাঢ় H_2SO_4-এ জৈব যৌগের দ্রাব্যতা বিবেচনা করিয়া জৈব যৌগগুলিকে নয় ভাগে ভাগ করা হইয়াছে। এই শ্রেণী-বিভাগে জৈব যৌগে কার্বন ও হাইড্রোজেন ছাড়া অন্য কোন মৌলিক পদার্থ রহিয়াছে কিনা তাহাও বিচার করা হয়। নিম্নে এই শ্রেণীবিভাগ দেওয়া হইল।

Class S_1 :

এই শ্রেণীতে কম আণবিক ভারের প্রায় সমস্ত যৌগকেই অন্তর্ভুক্ত করা যায়। ব্যতিক্রম শুধু হাইড্রোকার্বন এবং উহাদের হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগগুলি।

Class S_2 :

এই শ্রেণীতে কম আণবিক ভারের ও দুইটি মূলকযুক্ত (bifunctional) যৌগগুলি অন্তর্ভুক্ত। দুইয়ের অধিক মূলকযুক্ত অনেক যৌগও এই শ্রেণীতে পড়ে।

Class A_1 :

অ্যাসিড এবং কতিপয় ঋণাত্মকমূলকযুক্ত ফেনল যথা পিক্রিক অ্যাসিড ও s-ট্রাইব্রোমোফেনল এই শ্রেণীতে পড়ে।

Class A_2 :

মৃদু অ্যাসিডগুলি এই শ্রেণীতে অন্তর্ভুক্ত করা হয়। তাহা ছাড়া মৃদু অম্লধর্মী যৌগ যথা অক্সাইন (Oxine), ইমাইড (Imides), অ্যামিনো অ্যাসিড, প্রাইমারী অ্যামাইনের সালফোনেমাইড উৎপন্ন, প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী নাইট্রো যৌগ, এনল (Enols) এবং ফেনল জাতীয় যৌগ এই শ্রেণীতে পড়ে। কোন কোন মারকাপটানও (Mercaptan) মৃদু আম্লিক।

Class B :

অ্যামাইন এবং যে সমস্ত অ্যাসিটাল (Acetals) সহজেই লঘু অ্যাসিড সহযোগে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় তাহা এই শ্রেণীভুক্ত। ব্যতিক্রম শুধু ডাইঅ্যারিল (Diaryl-) ও ট্রাইঅ্যারিল (Triaryl-) যৌগ!

Class M :

কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ছাড়াও অন্যান্য মৌলযুক্ত যৌগ যথা নাইট্রো যৌগ, অ্যামাইড, ঋণাত্মক মূলকযুক্ত অ্যামাইন, নাইট্রাইল, অ্যাজো যৌগ, হাইড্রাজো যৌগ, সালফোন (Sulfone), সালফোনেমাইড (সেকেণ্ডারী অ্যামাইন হইতে প্রাপ্ত), মারকাপটান, থায়োইথার এই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত।

Class N_1 :

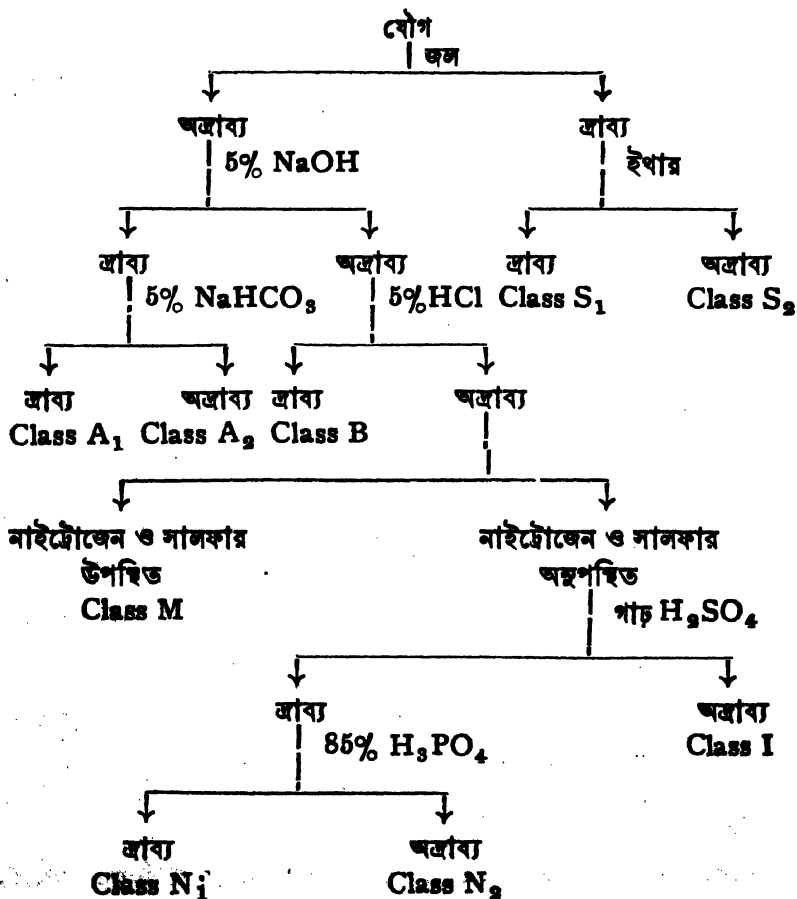
কম আণবিক ভারের অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, মিথাইল কিটোন এবং এস্টার (Quinone), এই শ্রেণীতে পড়ে।

Class N_2 :

অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন, নয়টির অধিক কার্বনযুক্ত এস্টার,

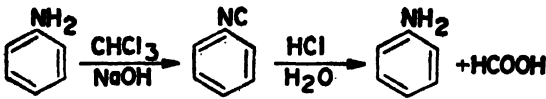
অনেক কুইনোন (Quinone), ইথার, অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন এই শ্রেণীতে পড়ে। অ্যানহাইড্রাইড, ল্যাকটোন, অ্যাসিটাল যৌগদেরও এখানে অন্তর্ভুক্ত করা চলে।

Class I :

সম্পৃক্ত অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রোকার্বন, অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন এবং এই সব হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগ এই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। কিভাবে পরীক্ষা করার জন্য অগ্রসর হইতে হইবে তাহা নিম্নে দেওয়া হইল।

ক্রিয়াশীলমূলক সনাক্তকরণ :

—NH_2 (অ্যামাইনো মূলক) সনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) জৈব যৌগ সামান্য একটু লইয়া উহাতে একটু ক্লোরোফর্ম দাও। তৎপর একটু অ্যালকোহলযুক্ত NaOH দ্রবণ (alcoholic sodium hydroxide solution) মিশাও ও উত্তপ্ত কর।	আইসোসায়েনাইডের তীব্র অসহনীয় গন্ধ বাহির হয়।
মিশ্রণটি ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে বেশী করিয়া গাঢ় HCl অ্যাসিড ঢাল।	আইসোসায়েনাইডের অসহনীয় গন্ধ আর থাকিবে না কারণ উহা আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া দুর্গন্ধমুক্ত অ্যামাইনে পরিণত হইয়াছে।

$$C_6H_5NH_2 \xrightarrow[NaOH]{CHCl_3} C_6H_5NC \xrightarrow[H_2O]{HCl} C_6H_5NH_2 + HCOOH$$

শুধুমাত্র প্রাইমারী অ্যামাইন আইসোসায়েনাইড উৎপন্ন করিবে; সেকেণ্ডারী ও টার্সিয়ারী অ্যামাইন আইসোসায়েনাইড উৎপন্ন করিবে না।

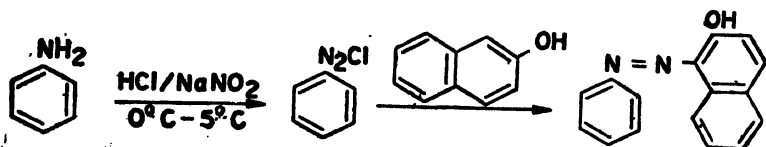
প্রাইমারী অ্যারোমেটিক অ্যামাইনের মধ্যে প্যারা-টলুইডিন (*p*-toluidine), প্যারা-আনিসিডিন (*p*-anisidine), α-ন্যাপথাইলঅ্যামাইন (α-Napthylamine), β-ন্যাপথাইলঅ্যামাইন, বেনজিডিন, অর্থো-ফিনাইলিন-ডাইঅ্যামাইন, মেটা-ফিনাইলিনডাইঅ্যামাইনের ক্ষেত্রে এই পরীক্ষাটি চালাইলে তীব্র গন্ধযুক্ত আইসোসায়েনাইড পাওয়া যাইবে। কিন্তু গ্লাইসিন, সালফানিলিক অ্যাসিড, অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড, অর্থো-নাইট্রোঅ্যানিলিন, প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিনের ক্ষেত্রে যে আইসোসায়েনাইড উৎপন্ন হইবে সেইগুলির তীব্র গন্ধ থাকিবে না।

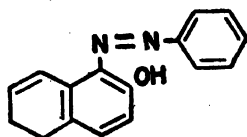
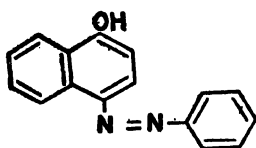
(ii) এ্যাজো-রং (Azo-dye) রং প্রস্তুতকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
সামান্য একটু যৌগ লইয়া তাহা গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর।	লাল বা কমলালেবুর রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে বা দ্রবণের

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
তৎপর উহাকে বরফ দিয়া ঠাণ্ডা কর ও 0°C—5°C উষ্ণতায় উহাতে $NaNO_2$ দ্রবণ ঢাল। যখন বিক্রিয়া শেষ হইয়াছে বুঝিবে তখন ঐ দ্রবণ একটি টেষ্ট-টিউবে রাখা ক্ষারীয় β-ন্যাপথলে ঢাল।	বর্ণ লাল বা কমলালেবুর রং ধারণ করিবে।

$$C_6H_5NH_2 \xrightarrow[0^\circ C-5^\circ C]{HCl/NaNO_2} C_6H_5N_2Cl \xrightarrow{\beta\text{-naphthol}} C_6H_5-N=N-C_{10}H_6OH$$

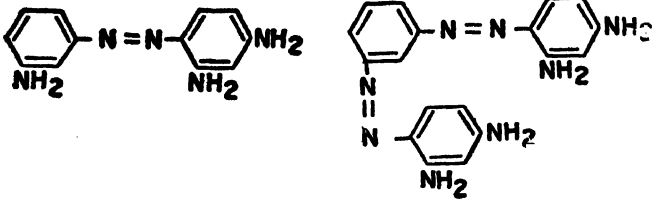
1-ফিনাইল অ্যাজো-2-ন্যাপথল

দ্বিনাইট্রোজেনযুক্ত লবণ (diazonium salt) ফেনলজাতীয় যৌগ, ন্যাপথল-1, ন্যাপথল-2 বা অ্যারোমেটিক অ্যামাইনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যাজো-রং উৎপন্ন করে। প্রাইমারি, সেকেণ্ডারী ও টার্সিয়ারী অ্যামাইন মৃদু আম্লিক দ্রবণে অ্যাজো-রং উৎপন্ন করে ; অপরপক্ষে ফেনলজাতীয় পদার্থ মৃদু ক্ষারীয় দ্রবণে অ্যাজো-রং তৈরী করে। 1-ন্যাপথলের চতুর্থ স্থানে ও 2-ন্যাপথলের প্রথম স্থানে ডাই-অ্যাজোনিয়াম মূলক যুক্ত হয়।

4-ফিনাইল অ্যাজো—1-ন্যাপথল।

অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড, সালফানিলিক অ্যাসিড, অর্থো, মেটা ও প্যারা-নাইট্রোঅ্যানিলিন, প্যারা-টলুইডিন, প্যারা-অ্যানসিডিন, α-ন্যাপথাইল-অ্যামাইন, β-ন্যাপথাইলঅ্যামাইন, ক্ষারীয় β-ন্যাপথলের সহিত যুগ্মন-বিক্রিয়া (Coupling reaction) করিয়া অ্যাজো-রং দেয়। আবার বেনজিডিন, অর্থোটলিডিন, ডাই-অ্যানিসিডিন অনুরূপ বিক্রিয়ায় বিস-অ্যাজো যৌগ উৎপন্ন করে। অর্থো-, মেটা-, প্যারা-ফিনাইলিন ডাই-অ্যামাইনগুলিতে অ্যামাইনো-মূলক থাকা সত্বেও উহারা অ্যাজো-রং দেয় না। উহাদের মধ্যে—NH_2 ধরিবার জন্ত নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করিতে হয়।

(a) মেটা-ফিনাইলিন ডাই অ্যামাইন :

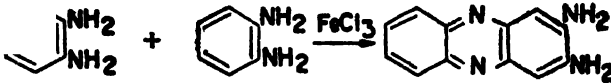
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
সামান্য একটু যৌগ লইয়া তাহা গাঢ় HCl অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর। ঠাণ্ডা হইয়া গেলে উহাতে $NaNO_2$ দ্রবণ ঢাল।	প্রথমে দ্রবণের বর্ণ বাদামী হইবে তৎপর বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

যে অধঃক্ষেপ পড়িল উহা মনো-অ্যাজো যৌগ ও বিস-অ্যাজো যৌগের মিশ্রণ। ইহাকে বিসমার্ক ব্রাউন বলে।

NH2 N=N NH2 NH2 N=N NH2 NH2 N N NH2 NH2

(b) অর্থো-ফিনাইলিনডাইঅ্যামাইন :

যৌগের সামান্য একটু লইয়া লঘু HCl অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। তারপর উহাতে কয়েক ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ ঢাল।	দ্রবণের বর্ণ গাঢ় লাল হইয়া যাইবে।

অর্থো-ফিনাইলিন ডাই অ্যামাইন ফেরিক ক্লোরাইডের সহিত 2, 3—ডাই-অ্যামিনোফেনাজিন তৈরী করে।

NH2 NH2 + NH2 NH2 $FeCl_3$ → N N NH2 NH2

(c) প্যারা-ফিনাইলিন ডাই অ্যামাইন :

যৌগের সামান্য একটু ঠাণ্ডা জলে দ্রবীভূত করিয়া উহাতে এক ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড যোগ কর।	দ্রবণের বর্ণ প্রথমে গাঢ় সবুজ তৎপর বাদামী বর্ণের হয়।

এখানে উল্লেখ করা যাইতে পারে যে অ্যালিফেটিক অ্যামাইন $NaNO_2/HCl$ এর সহিত অ্যালকোহল উৎপন্ন করে ; ডিনাইট্রোজেনযুক্ত লবণ উৎপন্ন করে না।

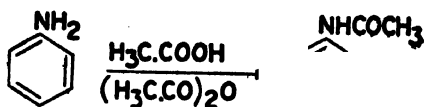
(iii) অ্যাসিটাইলেশন (Acetylation)

পরীক্ষা

জৈব যৌগের 1 গ্রাম লইয়া উহাতে 5 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের মিশ্রণ (1 : 1 v/v) মিশাইয়া একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লও। ফ্লাস্কের মুখে একটি বায়ু-শীতক লাগাও। তৎপর 15 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। বিক্রিয়ার পর ফ্লাস্কের দ্রবণটি বিকারের জলে ঢালিয়া দাও। ফিল্টার কর।

পর্যবেক্ষণ

অ্যাসিটাইল উৎপন্ন (Acetyl derivative) তৈরী হইবে।

$$C_6H_5NH_2 \xrightarrow[(H_3C.CO)_2O]{H_3C.COOH} C_6H_5NHCOCH_3$$

প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামাইনের ক্ষেত্রে অ্যাসিটাইলেশন করা যাইবে ; টার্সিয়ারী অ্যামাইনের ক্ষেত্রে করা যাইবে না।

(iv) বেনজোয়িলেশন (Benzoylation) :

একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 গ্রাম জৈব যৌগ অ্যাসিটোন দ্রাবকে দ্রবীভূত করিয়া লও। উহাতে 20 মি. লি. 10% NaOH দ্রবণ ঢাল। তারপর 1·5 মি. লি. বেনজোয়িল ক্লোরাইড মিশাইয়া ফ্লাস্কের মুখ ছিপি দিয়া আঁটিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাও যতক্ষণ না উৎপন্ন আধা কঠিনে পরিণত হয়। আবার কিছুক্ষণ ঝাঁকাও উৎপন্ন কঠিনে পরিণত হইবে। ফিল্টার কর।

বেনজোয়িল উৎপন্ন হইবে।

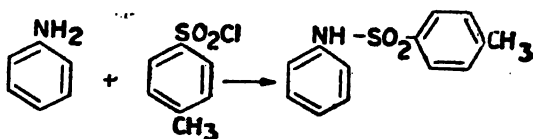
(v) পিক্রেট উৎপন্ন (Picrate deriative) :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
বেনজিনে যৌগের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী করিয়া তাহাতে বেনজিনে পিক্রিক অ্যাসিডের সম্পৃক্ত দ্রবণ মিশাও। ফিল্টার কর।	পিক্রেট উৎপন্ন হইবে।

পিক্রিক অ্যাসিড অ্যারোমেটিক অ্যামাইনের সহিত চার্জ-ট্রান্সফার কমপ্লেক্স (Charge-transfer Complex) তৈরী করে।

(vi) প্যারা-টলুইন সালফোনিল উৎপন্ন (p-toluene sulphonyl derivative) :

কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 গ্রাম যৌগ লইয়া উহাতে 1 মি. লি. 5% NaOH দ্রবণ যোগ কর ও তাহাতে 3 মি. লি. পিরিডিন দাও। ফ্লাস্কের মুখে ছিপি দিয়া আঁটিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাও। তৎপর অ্যাসিটোনে প্যারাটলুইন সালফোনিল ক্লোরাইডের কয়েক ফোঁটা দ্রবণে যোগ কর। তৎপর 15-20 মিনিট ঝাঁকাও। প্রথমে একটি অবদ্রব (emulsion) তৈরী হইবে। তৎপর ছোট ছোট তৈলসদৃশ ফোঁটা দেখা দিবে, তারপর কঠিনে পরিণত হইবে। ঠাণ্ডা কর ও মিশ্রণটি জলে ঢাল।	প্যারা টলুইন সালফোনিল উৎপন্ন পড়িবে।

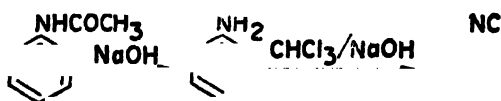
$$C_6H_5NH_2 + CH_3C_6H_4SO_2Cl \longrightarrow C_6H_5NH\text{-}SO_2C_6H_4CH_3$$

$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH.C_6H_5$ (অ্যানিলিডোমূলক) সনাক্তকরণ

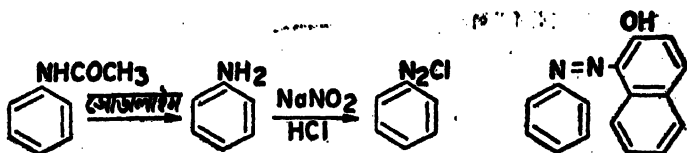
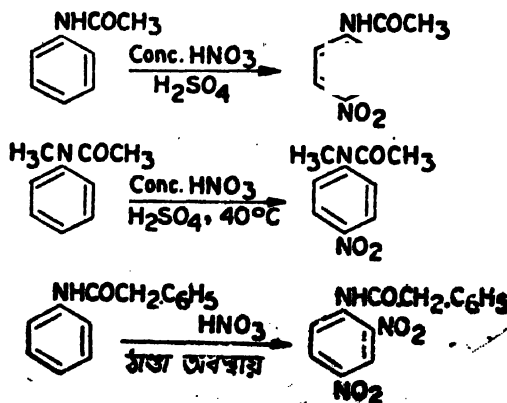
(i) ·5 গ্রাম যৌগ লইয়া উহাতে 4 মি. লি. H_2SO_4 মিশাইয়া ঝাঁকাও। তৎপর উহাতে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট সামান্ত একটু দাও।	মিশ্রণটি লাল বা বেগুনী রংয়ের হইবে।
তৎপর মিশ্রণটি উত্তপ্ত কর।	সবুজ বর্ণের হইবে।

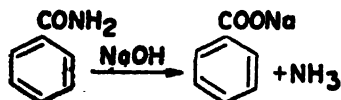
অ্যানিলাইডের বেঞ্জিন বৃত্তে অন্য কোন মূলক না থাকিলে এই পরীক্ষাটি দিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) সামান্য একটু জৈব যৌগ লইয়া উহাতে সামান্য $CHCl_3$ দাও। তৎপর একটু অ্যালকোহলযুক্ত NaOH দ্রবণ মিশাও ও উত্তপ্ত কর।	আইসোসায়েনাইডের তীব্র গন্ধ অনুভূত হইবে।

অ্যাসিটাইলমূলক ($-COCH_3$) যুক্ত থাকিলে এই গন্ধ পাওয়া যাইবে কিন্তু বেনজোয়িলমূলক ($-COC_6H_5$) থাকিলে এই গন্ধ পাওয়া যাইবে না। অ্যাসিটাইলমূলক যুক্ত অ্যানিলাইড উক্ত পরীক্ষায় বিকারকের প্রভাবে সহজেই আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া অ্যামাইন উৎপন্ন করে। উক্ত অ্যামাইন তারপর আইসোসায়োনাইড তৈরী করে। অপরপক্ষে বেনজোয়িলমূলক যুক্ত অ্যানিলাইড এই অবস্থায় আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় না।

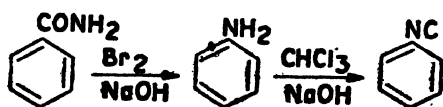
$$C_6H_5NHCOCH_3 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5NH_2 \xrightarrow{CHCl_3/NaOH} C_6H_5NC$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) জৈব যৌগের সামান্য একটু একটি টেষ্ট-টিউবে নিয়া তাহাতে সোডা-লাইম ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া মিশাও। এইবার টেষ্টটিউবটি উত্তপ্ত কর ও মুখে একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে সিক্ত ফিল্টার পেপার ধর। অ্যামাইন উৎপন্ন হইয়া ফিল্টার পেপারে শোষিত হইবে। এইবার ফিল্টার পেপারটি একটি ওয়াচ গ্লাসে রাখিয়া উহাতে আরও কয়েক ফোঁটা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দাও। তৎপর কয়েক ফোঁটা $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর। তারপর কয়েক ফোঁটা ক্ষারীয় β-ন্যাপথল যোগ কর।	লাল বা কমলা-লেবুর রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

(iv) আর্দ্রবিশ্লেষণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
1 গ্রাম যৌগ লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. 70% H_2SO_4 মিশাও। তারপর শীতক লাগাইয়া মৃদু ফুটাও। বিক্রিয়া শেষে ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে জল ঢাল। তারপর ক্ষারীয় কর।	অ্যামাইন উৎপন্ন হইবে।
ইথারের সাহায্যে প্রাপ্ত অ্যামাইন পৃথক করিয়া উহা হইতে দ্বি-নাইট্রোজেন যুক্ত লবণ তৈরী করিবার পর ক্ষারীয় β-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া ঘটাও।	অ্যাজো-রং তৈরী হইবে।
(iv) সামান্য একটু যৌগ লইয়া উহা গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে একটু গাঢ় H_2SO_4 মিশাও। মিশ্রণকে লবণ ও বরফের মিশ্রণের সাহায্যে ঠাণ্ডা করিয়া 2-3 মি. লি. গাঢ় HNO_3 ফোঁটা ফোঁটা করিয়া উহাতে দাও ও নাড়িয়া দাও। উষ্ণতা যেন বেশী না বাড়ে সেদিকে লক্ষ্য রাখ। তারপর ঠাণ্ডা জলে মিশ্রণটি ঢালিয়া দাও।	নাইট্রো-উৎপন্ন (Nitro derivative) তৈরী হইবে।

$—CONH_2$ (অ্যামিডোমূলক) সনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগটির সামান্য একটু নিয়া তাহাতে NaOH দ্রবণ মিশাইয়া ফুটাও।	ঝাঁঝালো NH_3 গ্যাস নির্গত হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) যৌগটির একটু পরীক্ষানলে লইয়া উহাতে 2. মি. লি. লঘু HCl দাও। তারপর 2 মি. লি. $NaNO_2$ দ্রবণ মিশাইয়া ঝাঁকাও।	নাইট্রোজেন গ্যাস বুদবুদাকারে বাহির হইবে।

$$RCONH_2 \xrightarrow{HNO_2} RCOOH + H_2O + N_2$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) প্রথমে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে তরল ব্রোমিনের একটি বরফে ঠাণ্ডা দ্রবণ তৈরী কর। তারপর উপরোক্ত দ্রবণের সামান্য একটু অপর একটি টেষ্টটিউবে 5 গ্রাম যৌগ যুক্ত কর। এইবার ঝাঁকাও। ঠাণ্ডা কর ও নাড়িয়া দাও। তারপর উহাতে কয়েক ফোঁটা ক্লোরোফর্ম দিয়া উত্তপ্ত কর।	আইসোসায়েনাইডের অসহনীয় গন্ধ।

$$C_6H_5CONH_2 \xrightarrow[NaOH]{Br_2} C_6H_5NH_2 \xrightarrow[NaOH]{CHCl_3} C_6H_5NC$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) 1 গ্রাম যৌগ একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া উহাতে 10 মি. লি. NaOH দ্রবণ মিশাও। এইবার বায়ু-শীতক (air-Condenser) লাগাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। তারপর বিক্রিয়া শেষে লঘু HCl মিশাইয়া আম্লিক কর।	অ্যাসিড উৎপন্ন হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) সামান্য একটু যৌগ নিয়া উহার সহিত অ্যানিলিন মিশাইয়া উত্তপ্ত কর।	NH_3 গ্যাস উৎপন্ন হইবে।

বেঞ্জামাইড, ইউরিয়া, থ্যালামাইড, সাকসিনামাইড, অক্সামাইড অ্যানিলিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$C_6H_5CONH_2 + C_6H_5NH_2 \xrightarrow{\Delta} C_6H_5CONHC_6H_5 + NH_3$$

বেঞ্জানিলাইড

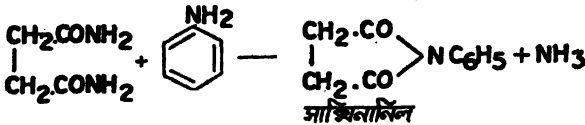
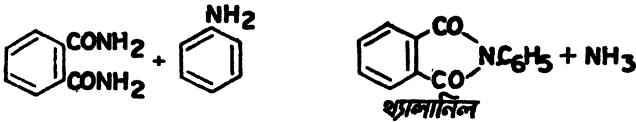
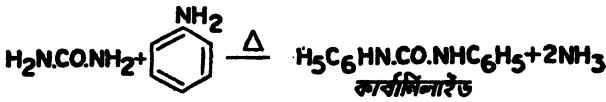
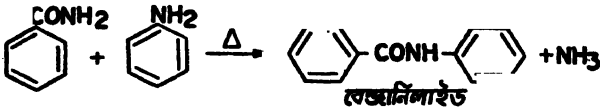
$$H_2N.CO.NH_2 + C_6H_5NH_2 \xrightarrow{\Delta} H_5C_6HN.CO.NHC_6H_5 + 2NH_3$$

কার্বানিলাইড

$$C_6H_4(CONH_2)_2 + C_6H_5NH_2 \longrightarrow C_6H_4{<}^{CO}_{CO}{>}NC_6H_5 + NH_3$$

থ্যালানিল

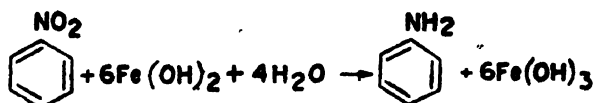
$$\begin{matrix} CH_2.CONH_2 \\ | \\ CH_2.CONH_2 \end{matrix} + C_6H_5NH_2 \longrightarrow \begin{matrix} CH_2.CO \\ | \\ CH_2.CO \end{matrix}{>}NC_6H_5 + NH_3$$

সাক্সিনানিল

$—NO_2$ (নাইট্রোমূলক) সনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) একটি ছোট টেষ্ট টিউব লইয়া উহাতে যৌগের সামান্য একটু নিয়া তাহাতে 1 মি. লি. সদ্যপ্রস্তুত 5% ফেরাস অ্যামোনিয়াম সালফেট মিশাও। তারপর এক ফোঁটা 3N সালফিউরিক অ্যাসিড ও মিথাইল অ্যালকোহলে তৈরী 1 মি. লি. 2N পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ঢাল। তাড়াতাড়ি টেষ্টটিউবের মুখ ছিপি আঁটিয়া দাও। তারপর মিশ্রণটি ঝাঁকাও।	অধঃক্ষেপের বর্ণ ধীরে ধীরে লাল-বাদামী বর্ণের হইবে।

এই পরীক্ষাটির পাশাপাশি অপর একটি টেষ্টটিউবে জৈবযৌগটি ছাড়া আর সমস্ত কিছু যোগ কর। তারপর ছিপি আঁটিয়া ঝাঁকাও। তাহা হইলে রং পরিবর্তন স্পষ্ট ধরা যাইবে।

যে সব জৈব যৌগ জারক হিসাবে কাজ করিতে পারে তাহারা $Fe(OH)_2$ কে $Fe(OH)_3$ এ পরিণত করে। সাধারণ জারক হিসাবে নাইট্রোযৌগ, নাইট্রোসোযৌগ, কুইনানগুলি, হাইড্রক্সিল অ্যামাইন, নাইট্রেট ও নাইট্রাইট-গুলি কাজ করিতে পারে।

$$C_6H_5NO_2 + 6Fe(OH)_2 + 4H_2O \rightarrow C_6H_5NH_2 + 6Fe(OH)_3$$

ছোট টেষ্টটিউব লইলে খুব কম বায়ু $Fe(OH)_2$ এর সংস্পর্শে আসিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) যৌগের সামান্য একটু নিয়া তাহাতে 2 মি. লি. NaOH দ্রবণ যোগ কর।	দ্রবণের বর্ণ গাঢ় হলুদ বা কমলালেবুর বর্ণের হইবে।

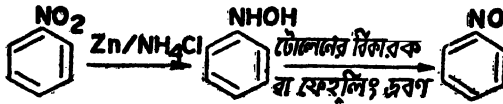
সাধারণতঃ প্যারা-নাইট্রোফেনলগুলি হলুদ রং দেয় আবার অর্থো-নাইট্রোফেনলগুলি কমলালেবুর রং দেয়। নাইট্রোফেনলগুলি ছাড়াও অন্যান্য কিছু যৌগ এই ধরনের রং দেয় কিন্তু নাইট্রোফেনলগুলি খুব তাড়াতাড়ি গাঢ় রং দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) সামান্য একটু যৌগ নিয়া তাহাতে কয়েক টুকরা টিন ও সামান্য গাঢ় HCl অ্যাসিড ঢাল। বিজারণ ক্রিয়া শেষ না হওয়া পর্যন্ত উত্তাপ দাও। এইবার ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে NaOH দ্রবণ ঢালিয়া ক্ষারীয় কর ও ইথার মিশাইয়া ঝাঁকাইয়া লও। ইথার স্তর পৃথক করিয়া ইথার তাড়াইয়া দাও।	নাইট্রোযৌগ বিজারিত হইয়া যে অ্যামাইন তৈরী হইয়াছে তাহা পড়িয়া থাকিবে।
অ্যামাইন হইতে দ্বি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণ তৈরী করিয়া তাহার সহিত ক্ষারীয় β-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া ঘটাও (পৃষ্ঠা ১৩৭-১৩৮)।	অ্যাজো-রং তৈরী হইবে।

যদি যৌগটি ডাইনাইট্রো যৌগ বা নাইট্রো-অ্যামাইন হয় তবে বিজারণ করিলে ডাইঅ্যামাইন তৈরী হইবে। প্রাপ্ত ডাইঅ্যামাইনগুলি পূর্বের ন্যায়

পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা 262)। পরীক্ষালব্ধ ফল দ্বারা নাইট্রোঅ্যামাইনগুলি বা ডাইনাইট্রোযৌগগুলি সনাক্ত করা যায়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) সামান্য একটু যৌগ লইয়া তাহাতে 3 মি. লি. অ্যালকোহল দাও। তৎপর সামান্য NH_4Cl ও জিঙ্কচূর্ণ যোগ কর। তারপর ফুটাইয়া ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার করিয়া ফিলট্রেটে (a) টোলেনের বিকারক (Tollen's reagent) মিশাও।	কালো বা ধূসর বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(b) ফেহ্‌লিং দ্রবণ (Fehling's solution) মিশাও।	কিউপ্রাস অক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

নাইট্রোযৌগ হইতে NH_4Cl ও জিংকচূর্ণের সাহায্যে হাইড্রক্সিল অ্যামাইন উৎপন্ন হয়। উক্ত হাইড্রক্সিল-অ্যামাইন বিজারক হিসাবে কাজ করে। তাই টোলেনের বিকারক বা ফেহ্‌লিং দ্রবণকে বিজারিত করে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) যৌগটিকে টিন ও গাঢ় HCl অ্যাসিড দিয়া বিজারণ করিয়া এইবার ইথার দিয়া উহা উদ্ধার করিয়া (a) অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও অ্যাসেটিক অ্যানহাইড দিয়া অ্যাসিটাইলেশন কর (পৃষ্ঠা ১৪০)।	অ্যাসিটাইল উৎপন্ন হইবে।
(b) বেনজোয়িল ক্লোরাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দিয়া বেনজোয়িলেশন কর (পৃষ্ঠা ১৪০)।	বেনজোয়িল উৎপন্ন হইবে।

>C=O (কার্বনিল মূলক) সনাক্তকরণ

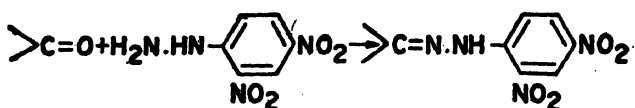
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) একটি টেষ্টটিউবে যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. সোডিয়াম বাইসালফাইটের সম্পৃক্ত দ্রবণ যোগ কর। তারপর ভাল করিয়া ঝাঁকাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

কার্বনিল যৌগ সোডিয়াম বাইসালফাইটের সহিত যুত যৌগ (Addition Compound) তৈরী করিবে।

$$>C=O+NaHSO_3 \rightarrow >C<^{OH}_{SO_3Na}$$

সোডিয়াম বাইসালফাইট যৌগ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) অ্যালকোহল বা জলে যৌগের একটি দ্রবণ তৈরী করিয়া তাহার 2 মি. লি. লইয়া তাহাকে 10% মেটা-ফিনাইলিনডাই-অ্যামাইন হাইড্রোক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণের কয়েক ফোঁটা দাও। আধঘণ্টাখানেক মিশ্রনটিকে রাখিয়া দাও।	ধীরে ধীরে সবুজ প্রতিপ্রভা দেখা দিবে।
(iii) যৌগটির সামান্য একটু নিয়া অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কর। তারপর উহাতে 2 মি. লি. 2, 4—ডাইনাট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন বিকারক ঢাল। ঝাঁকাও। অধঃক্ষেপ পড়িতে পারে। অধঃক্ষেপ না পড়িলে জলগাহে রাখিয়া 5—10 মিনিট উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর।	লাল অথবা হলুদ বা কমলা রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

$$>C=O+H_2N.HN-C_6H_3(NO_2)_2 \rightarrow >C=N.NH-C_6H_3(NO_2)_2$$

সমস্ত কার্বনিল যৌগ হাইড্রাজোন তৈরী করিবে। শুধু ফিনাইল হাইড্রাজিন না নিয়া তৎপরিবর্তে 2, 4—ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন নিলে যে হাইড্রাজোন তৈরী হয় তাহা তাড়াতাড়ি স্ফটিকাকারে জমা হয়। ভ্যানিলিন (Vanillin) বিকারক যোগ করার সঙ্গে সঙ্গেই অধঃক্ষেপ দেয় কিন্তু কিন্তু বেনজোফেনন (Benzophenone) উত্তপ্ত করিয়া ঠাণ্ডা করার পর অধঃক্ষিপ্ত হয়।

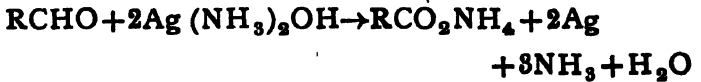
—CHO (অ্যালডিহাইড মূলক) সনাক্তকরণ

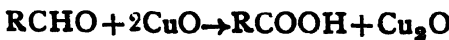
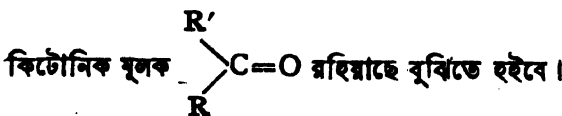
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) সামান্য যৌগ লইয়া উহাতে 2 মি. লি. সিফ্‌স্ দ্রবণ (Schiff's reagent) যোগ কর। ভাল করিয়া ঝাঁকাও। তারপর 2 মিনিটের জন্য রাখিয়া দাও।	দ্রবণ গাঢ় লাল বা বেগুনী রংয়ের হইবে।

কিটোন এই টেষ্ট দেয় না কিন্তু অ্যাসিটোন দেয়। তবে খুব ধীরে ধীরে পরিলক্ষিত হয়। কোন কোন অ্যামিনোফেনল ও পলিহাইড্রিক ফেনল এই বিক্রিয়া দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) একটু যৌগ লইয়া তাহাতে 3-4 মি. লি. টোলেনের বিকারক (Tollen's reagent) ঢাল। এইবার মিশ্রণটি ঝাঁকাইয়া জলগাহে উত্তপ্ত কর।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে।

α-হাইড্রক্সি কিটোন বা বিজারক শর্করা (Reducing sugar) এই বিক্রিয়া দেয়।

$$RCHO + 2Ag(NH_3)_2OH \rightarrow RCO_2NH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) একটু যৌগ নিয়া উহাতে 3-4 মি. লি. ফে্‌হলিং দ্রবণ (Fehling's solution) মিশাইয়া ঝাঁকাও ও জলগাহে রাখিয়া উত্তপ্ত কর।	Cu_2O-এর সূক্ষ্ম লাল দানা জমা হইবে।

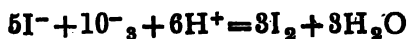
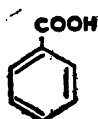
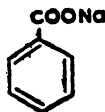
বিজারক শর্করা ও α-হাইড্রক্সিকিটোন এই বিক্রিয়া দেয়।

$$RCHO + 2CuO \rightarrow RCOOH + Cu_2O$$

উপরোক্ত বিক্রিয়াগুলি না দিলে যৌগটি কিটোন বুঝিতে হইবে এবং কিটোনিক মূলক $\begin{matrix} R' \\ R \end{matrix}\!\!>C{=}O$ রহিয়াছে বুঝিতে হইবে।

—COOH (কার্বক্সিলমূলক) সনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগের জলীয় দ্রবণে একটি নীল লিটমাস পেপার দাও।	নীল লিটমাস লাল হইয়া যাইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহার একটি (জলে / অ্যালকোহলে) দ্রবণ তৈরী কর। তৎপর উহাতে কয়েক ফোঁটা KIO_3 দ্রবণ ও KI দ্রবণ দাও। তারপর কয়েক ফোঁটা শ্বেতসারের (Starch) দ্রবণ মিশাও তৎপর ঝাঁকাও।	দ্রবণটি নীল বর্ণের হইয়া যাইবে।

পটাসিয়াম আয়োডাইড ও পটাসিয়াম আয়োডেট অ্যাসিডের উপস্থিতিতে আয়োডিন উৎপন্ন করিবে। উক্ত আয়োডিন শ্বেতসার ধরিয়া রাখিবে ও নীল বর্ণ ধারণ করিবে।

$$5I^- + IO^-_3 + 6H^+ = 3I_2 + 3H_2O$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া উহাতে NaOH দ্রবণ মিশাও।	যৌগটি দ্রবীভূত হইয়া যাইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) একটি টেষ্টটিউবে 5 মি. লি. Na_2CO_3 দ্রবণ লও। উহাতে কয়েক-টুকরা পোর্সেলিন কুচি দিয়া মৃদু ফুটাও। ফলে উহাতে বাইকার্বনেট থাকিলে উহা দূর হইবে। এইবার দ্রবণটি ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে যৌগের সামান্য একটু যোগ কর। টেষ্ট টিউবটির সহিত একটি বাঁকা নল যুক্ত কর। বাঁকা নলটি এইবার অপর একটি টেষ্টটিউবে রাখা চুনজলে প্রবেশ করাও। 2-3 মিনিট প্রথমোক্ত টেষ্টটিউবটি উত্তপ্ত কর। তারপর বাঁকানলটি সরাইয়া চুনজল রাখা টেষ্টটিউবটির মুখ আঙুল দিয়া বন্ধ করিয়া ঝাঁকাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, সালফোনিক অ্যাসিড, নাইট্রোফেনল এই বিক্রিয়াটি দিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) সোডিয়াম বাইকার্বনেটের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ লইয়া তাহাতে যৌগটির সামান্য একটু দাও।	CO_2 বাহির হইবে ও যৌগটির গায়ে জমা হইবে।
(vi) যৌগটির একটি প্রশম দ্রবণে প্রশম $FeCl_3$ দ্রবণ ঢাল।	মিশ্রণের রংয়ের পরিবর্তন ঘটিবে বা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

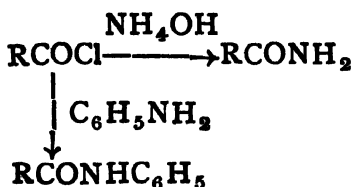
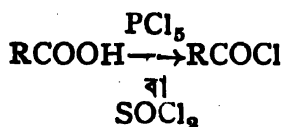
ফরমিক অ্যাসিড, অ্যাসেটিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে দ্রবণ গাঢ় লাল রং ও অক্সালিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে ঈষৎ হলুদ রং ধারণ করে। বেনজোয়িক অ্যাসিড এক ধরনের হলুদ অধঃক্ষেপ দেয় কিন্তু স্যালিসাইলিক অ্যাসিড বেগুনী রং দেয়।

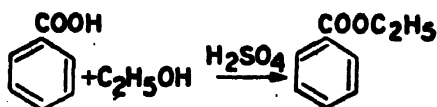
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vii) যৌগের একটি সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণে একটি গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশাইয়া ধীরে ধীরে বাষ্পীভবন কর।	অ্যামোনিয়াম লবণ তৈরী হইবে।
(viii) একটি পোর্সেলিন বেসিনে সামান্য একটু যৌগ লইয়া তাহাতে একটু PCl_5 মিশাইয়া ভাল করিয়া পিষিয়া দাও যতক্ষণ না তরলে পরিণত হয় অথবা $SOCl_2$ যোগ করিয়া ভাল করিয়া মিশাইয়া লও।	অ্যাসিড ক্লোরাইড তৈরী হইবে।
(a) অ্যাসিড ক্লোরাইডের এক ভাগ লইয়া তাহাতে গাঢ় NH_4OH যোগ কর। বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইলে ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। ঠাণ্ডা কর। তারপর ফিল্টার কর। ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাস-গুলিকে ধৌত করিয়া দাও।	অ্যামাইড তৈরী হইবে।
(b) অ্যাসিড ক্লোরাইডের অপর অংশ অ্যাসিটোনে দ্রবীভূত করিয়া একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে সন্তপাতিত অ্যানিলিন একটু দাও। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে NaOH দ্রবণ ঢাল। ফ্লাস্কের মুখ ছিপি	অ্যানিলাইড উৎপন্ন হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
দিয়া ঝাঁটিয়া 10 মিনিট ধরিয়া ঝাঁকাও। ফিল্টার করিয়া কেলাসগুলিকে ঠাণ্ডা জল দিয়া ধৌত কর।	

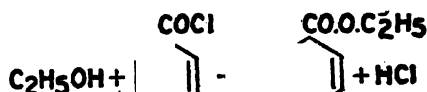
$$RCOOH \xrightarrow[\text{বা } SOCl_2]{PCl_5} RCOCl$$

$$RCOCl \xrightarrow{NH_4OH} RCONH_2$$

$$RCOCl \xrightarrow{C_6H_5NH_2} RCONHC_6H_5$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ix) ·5 গ্রাম যৌগ লইয়া উহাতে 2 মি. লি. মিথাইল অ্যালকোহল বা ইথাইল অ্যালকোহল মিশাইয়া তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 মিশাও। তারপর উত্তপ্ত কর। ঠাণ্ডা কর ও ঠাণ্ডা জলে ঢাল ও গন্ধ লও।	মিষ্ট গন্ধ বাহির হইবে

$$C_6H_5COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5COOC_2H_5$$

—OH (অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিলমূলক) সনাক্তকরণ :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগের সামান্য একটু লইয়া উহাতে কয়েক ফোটা বেনজোয়িল ক্লোরাইড মিশাইয়া ঝাঁকাও। তৎপর নীল লিটমাস পেপার দিয়া পরীক্ষা কর।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।

$$C_2H_5OH + C_6H_5COCl - C_6H_5CO.O.C_2H_5 + HCl$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) 1 মি. লি. যৌগ লইয়া তাহাতে 4 মি. লি. লিউকাস বিকারক (Lucas Reagent) যোগ কর। তারপর ঝাঁকাও।	(a) প্রাইমারী অ্যালকোহল হইলে স্বচ্ছ দ্রবণ পাওয়া যাইবে। (b) টার্সিয়ারী অ্যালকোহল হইলে তৎ-ক্ষণাৎ অপর একটি স্তর হইবে। (c) সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে 4-5 মিনিটে ঘোলাটে ও তারপর অপর একটি স্তর দেখা দিবে।
(iii) দুই ফোটা যৌগ লইয়া উহাতে এক ফোঁটা CS_2 দাও। কঠিন কষ্টিক সোডার সামান্য একটু উহাতে দাও। 5 মিনিটের জন্য ঝাঁকাও। এইবার এক বা দুই ফোঁটা অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ উহাতে দাও। কষ্টিক সোডা দ্রবীভূত হইয়া গেলে মিশ্রণটি H_2SO_4 দ্রবণ দিয়া আম্লিক কর। তারপর দুই ফোঁট ক্লোরোফর্ম দিয়া ঝাঁকাও।	অ্যালকোহল প্রাইমারী বা সেকেণ্ডারী হইলে ক্লোরো-ফর্ম স্তর বেগুনী বর্ণের হইবে।

$$ROH+CS_2+NaOH=CS(OR)(SNa)+H_2O$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) একটি তামার তার দিয়া একটি কাঁচদণ্ডে কুণ্ডলী তৈরী কর। তারপর উহাকে জারণ শিখায় উত্তপ্ত কর ও উত্তপ্ত অবস্থায় উহাকে একটি টেষ্টটিউবে রাখা সামান্য যৌগে প্রবেশ করাও। এইভাবে 5-6 বার প্রবেশ করাও। তারপর উহাতে 2, 4—ডাই-নাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ যোগ কর। জলগাহে রাখিয়া উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর।	হলুদ বা কমলারংয়ের অধঃ-ক্ষেপ পড়িবে।

কপার কুণ্ডলী জারণ শিখায় কিউপ্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। উক্ত কিউপ্রিক অক্সাইড অ্যালকোহলকে জারিত করে। ফলে প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে অ্যালডিহাইড ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল হইতে কিটোন তৈরী হয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) প্রথমে সোডিয়াম কার্বনেটের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণের সামান্য একটু লইয়া উহাকে উত্তপ্ত কর। তারপর উহাতে একটু যৌগ ও সামান্য একটু আয়োডিন দানা যোগ কর ও ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দাও। তারপর ঠাণ্ডা কর।	হলুদ রংয়ের আয়োডোফর্ম অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

প্রাইমারী অ্যালকোহলের মধ্যে ইথাইল অ্যালকোহল ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলের মধ্যে যে সব অ্যালকোহল জারিত হইয়া $-COCH_3$ মূলক যুক্ত কিটোন দেয় তাহারাই এই টেষ্ট দিবে।

(vi) 0·5 গ্রাম 3, 5—ডাইনাইট্রো বেনজয়িল ক্লোরাইডের গুঁড়া একটি শুষ্ক টেষ্ট-টিউবে লইয়া তাহাতে 2 মি. লি. যৌগ যোগ কর। সামান্য উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর।	কঠিন এষ্টার উৎপন্ন হইবে।
(vii) যৌগের 1 মি. লি. গাঢ় জলীয় দ্রবণ লইয়া তাহাতে 0·5 মি. লি. সেরিক নাইট্রেট (Cerric Nitrate)* যোগ কর। তারপর তাহাতে 2 মি. লি. জল যোগ কর। ঝাঁকাইয়া লও।	মিশ্রণ লাল বর্ণের হইয়া যাইবে।

যৌগ জলে অদ্রাব্য হইলে উহাকে ডাইঅক্সেনে (Dioxane) দ্রবীভূত করিয়া লও। কোন অধঃক্ষেপ পড়িলে কয়েক ফোঁটা জল যোগ কর ও ঝাঁকাও যতক্ষণ না অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।

---

* সেরিক নাইট্রেট দ্রবণ নিম্নলিখিতভাবে তৈরী কর: 1200 গ্রাম সেরিক অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট $[(NH_4)_2Ce(NO_3)_6]$ 500 মি. লি. 2N নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। প্রয়োজন হইলে সামান্য উত্তপ্ত করিয়া লও।

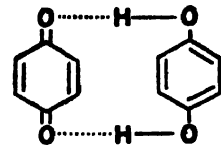
—OH (ফেনলিক হাইড্রক্সিল মূলক) সনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগের জলীয় দ্রবণে একটি নীল লিটমাস পেপার ডুবাও।	নীল লিটমাস লাল হইয়া যাইবে।
(ii) যৌগটির সামান্য একটু নিয়া উহাতে NaOH দ্রবণ মিশাও।	যৌগটি দ্রবীভূত হইবে।
(iii) সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত যৌগটির বিক্রিয়া ঘটাও (পৃষ্ঠা ১৫০)।	CO_2 বাহির হইবে না।
(iv) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণ যৌগের সামান্য একটু দাও।	CO_2 বাহির হইবে না।
(v) যৌগের জলীয় বা অ্যালকোহলে দ্রবণ নিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ মিশাও।	বেগুনী বা সবুজ বা লাল রংয়ের হইবে।

α-ন্যাপথল ফেরিক ক্লোরাইডের সহিত কোন রং দেয় না। β-ন্যাপথল সবুজ অধঃক্ষেপ, পাইরোগ্যালল লাল রং, রেসরসিনল নীল-বেগুনী রং, ক্যাটেকল সবুজ রং ও হাইড্রোকুইনোন ক্ষণস্থায়ী বেগুনী রং দেয়।

হাইড্রোকুইনোনের পরীক্ষা :

যৌগের সামান্য একটু নিয়া তাহাতে গাঢ় $FeCl_3$ দ্রবণ মিশাও।	চকচকে কাল সবুজ বর্ণের দানা অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

যে যৌগ তৈরী হইল তাহা কুইনহাইড্রোন। হাইড্রোকুইনোন জারিত হইয়া বেনজোকুইনোন উৎপন্ন করে। তারপর ইহা হাইড্রোকুইনোনের সহিত হাইড্রোজেন বন্ধনের ফলে কুইনহাইড্রোন তৈরী করে।

(vi) 1 মি. লি. অ্যানিলিন গাঢ় HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া বরফে ঠাণ্ডা কর। একটু জল মিশাও। তাহাতে $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর। তারপর ভাল করিয়া ঠাণ্ডা কর। উক্ত দ্রবণ তৎপর যৌগটির ক্ষারীয় দ্রবণে ঠাণ্ডা অবস্থা যোগ কর।	লাল বা বাদামী বর্ণের লাল বা টকটকে লাল অ্যাজো-রং উৎপন্ন হইবে।

α-ন্যাপথল 4 নং অবস্থানে যুগ্মন বিক্রিয়া দেয় অপরপক্ষে β-ন্যাপথল 1 নং অবস্থানে যুগ্মন বিক্রিয়া দেয়।

(vii) লিবারম্যান বিক্রিয়া (Liebermann Reaction)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
একটি টেষ্ট-টিউবে $NaNO_2$-এর কয়েকটি দানা লইয়া তাহাতে গাঢ় H_2SO_4 কয়েকফোঁটা দাও। তারপর মৃদু উত্তাপ দিয়া তাহাতে জৈব যৌগটি সামান্য একটু মিশাইয়া লও	প্রথমে মিশ্রণ বাদামী অথবা লাল বর্ণের হয় তৎপর নীল হইয়া যায়।
(a) উহাতে জল যোগ কর।	লাল বর্ণের হইবে।
(b) ক্ষারক যোগ কর।	নীলবর্ণ ফিরিয়া আসিবে।

(viii) থ্যালেইন তৈরী (Phthalein formation) :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড সম-পরিমাণ মিশাও। দুই/তিন ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 দিয়া উহা ভিজাইয়া দাও। তারপর উত্তাপ দিয়া গলাইয়া লও। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া উহা জলে দ্রবীভূত কর ও বেশী করিয়া NaOH দ্রবণ যোগ কর।	মিশ্রণটি লালবর্ণের হয়।

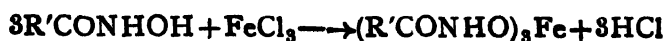
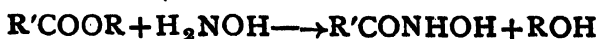
–COOR (অ্যালকক্সিকার্বনিলমূলক) সনাক্তকরণ

(i) ফেরিক হাইড্রক্সামেট পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
2 মি. লি. যৌগের অ্যালকোহলিক দ্রবণ লইয়া তাহাতে হাইড্রোক্লোরাইডের অ্যালকোহলে দ্রবণের তিন / চার ফোঁটা দাও। তারপর সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সম্পৃক্ত দ্রবণ উহাতে যোগ কর যতক্ষণ না উহা ক্ষারীয় হয়। তারপর সতর্কতার সাথে উত্তপ্ত করা যতক্ষণ না উহা ফুটন্ত অবস্থায় আসে। তারপর ঠাণ্ডা কর এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়া আম্লিক কর। কয়েক ফোঁটা 1% $FeCl_3$ দ্রবণ উহাতে দাও।	বেগুনী বা গাঢ় লালচে বাদামী বা গোলাপী বর্ণের হইবে।

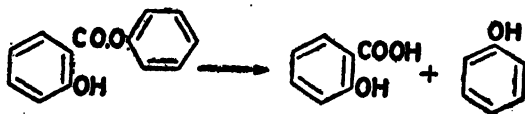
এস্টার হাইড্রক্সিল অ্যামাইনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড দেয়। উক্ত হাইড্রক্সামিক অ্যাসিড আম্লিক দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বর্ণযুক্ত জটিল যৌগ (Complex compound) গঠন করে।

$$R'COOR + H_2NOH \longrightarrow R'CONHOH + ROH$$

$$3R'CONHOH + FeCl_3 \longrightarrow (R'CONHO)_3Fe + 3HCl$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) দুইটি টেষ্ট-টিউব লইয়া	
(a) একটিতে 1 মি. লি. অ্যালকোহল লইয়া তাহাতে যৌগের সামান্ত একটু মিশাও। তারপর দুই ফোঁটা অ্যালকোহল-যুক্ত NaOH দ্রবণ ও ফেনলপ্‌থ্যালেইন (Phenolphthalein) নির্দেশক দুই ফোঁটা দাও।	(a)-তে দ্রবণের বর্ণের ঔজ্জল্য কমিয়া যাইবে।
(b) অপর একটিতে 1 মি. লি. অ্যালকোহল, দুই ফোঁটা অ্যালকোহল যুক্ত NaOH দ্রবণ দুই ফোঁটা ফেনলপ্‌থ্যালেইন নির্দেশক লও।	
এইবার দুইটি টেষ্টটিউব জলগাহে বসাইয়া কয়েক মিনিট উত্তপ্ত কর।	

ফেনলপ্‌থ্যালেইন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের সহিত যে গোলাপী বর্ণ ধারণ করে তাহার ঔজ্জল্য কমিয়া যায় এই কারণে যে (a)-তে যে জৈব যৌগ দেওয়া আছে তাহা আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া অ্যাসিড উৎপন্ন করিবে এবং সেই অ্যাসিড সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে কিয়ৎ পরিমাণে প্রশমিত করিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) একটি কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 1 গ্রাম যৌগ লও। তাহাতে 20 মি. লি. NaOH দ্রবণ ঢালিয়া দাও। তারপর একটি বায়ু-শীতক লাগাইয়া 30 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়া আম্লিক কর ও বেশী করিয়া উহাতে জল ঢালিয়া দাও।	জৈবঅ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

$C_6H_4(OH)COOC_6H_5 \longrightarrow C_6H_4(OH)COOH + C_6H_5OH$

ফিনাইল স্যালিসাইলেট স্যালিসাইলিক অ্যাসিড

দ্বিবন্ধ ও ত্রিবন্ধ (double bond & triple bond) সনাক্তকরণ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) সামান্য একটু যৌগ লইয়া তাহা $CHCl_3$ বা CCl_4-এ দ্রবীভূত কর। তারপর ক্লোরোফর্ম বা কার্বনটেট্রাক্লোরাইডে ব্রোমিনের একটি দ্রবণ তৈরী করিয়া উহার কয়েক ফোঁটা উহাতে দাও।	ব্রোমিনের রং দ্রুত লোপ পাইবে।

দ্বিবন্ধ বা ত্রিবন্ধ না থাকিলেও অ্যানিলিন, ফেনল এই বিক্রিয়াটি দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) যৌগটিকে জলে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে সোডিয়াম কার্বনেটে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের একটি লঘু দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যোগ কর। ঝাঁকাও।	পারম্যাঙ্গানেটের বর্ণ লোপ পাইবে।

অ্যালডিহাইড, ফরমিক অ্যাসিড, পলিহাইড্রিক ফেনল, অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রক্সি অ্যাসিড এই বিক্রিয়া দেয়।

একের অধিক ক্রিয়াশীলমূলক একটি যৌগে উপস্থিত থাকিলে প্রতিটি ক্রিয়াশীলমূলকের জন্য আলোচিত বিক্রিয়ার সবগুলি উহারা নাও দিতে পারে। তাই সেইসব ক্ষেত্রে যে বিক্রিয়াগুলি দিবে তাহা আলোচনা করিতেছি।

—NH_2 ও—COOH মূলক যুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগের সামান্য একটু জলে দ্রবীভূত করিয়া তাহা নীল লিটমাস পেপার দিয়া পরীক্ষা কর।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইয়া যাইবে।
(ii). যৌগের সামান্য একটু লইয়া জলে বা অ্যালকোহলে একটি দ্রবণ তৈরী কর। তৎপর উহাতে কয়েক ফোঁটা KIO_3 দ্রবণ ও KI দ্রবণ দাও। তারপর কয়েক ফোঁটা শ্বেতসারের দ্রবণ মিশাও। তৎপর ঝাঁকাও।	দ্রবণটি নীলবর্ণ ধারণ করিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া উহাতে লঘু HCl দ্রবণ মিশাও।	যৌগটি দ্রবীভূত হইবে।
(iv) একটি টেষ্টটিউবে 5 মি. লি. Na_2CO_3 দ্রবণ লও। উহাতে কয়েক টুকরা পোর্সেলিন কুচি দিয়া মৃদু ফুটাও। ফলে উহাতে বাইকার্বনেট থাকিলে উহা দূর হইবে। এইবার দ্রবণটি ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে যৌগের সামান্য একটু যোগ কর। টেষ্ট-টিউবটির সহিত বাঁকা নল যুক্ত কর। বাঁকা নলটি এইবার অপর একটি টেষ্টটিউবে রাখা চূনজলে প্রবেশ করাও। 2-3 মিনিট প্রথমোক্ত টেষ্টটিউবটি উত্তপ্ত কর। তারপর বাঁকা নলটি সরাইয়া চূনজল রাখা টেষ্ট-টিউবটির মুখ আঙুল দিয়া বন্ধ করিয়া ঝাঁকাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(v) সোডিয়াম বাইকার্বনেটের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ লইয়া তাহাতে যৌগটির সামান্য একটু দাও।	CO_2 বাহির হইবে ও যৌগটির গায়ে জমা হইবে।
(vi) যৌগের সামান্য একটু একটি টেষ্ট-টিউবে নিয়া তাহাতে সোডা-লাইম ভাল করিয়া গুঁড়া করিয়া মিশাও। এইবার টেষ্ট-টিউবটি উত্তপ্ত কর ও মুখে একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে সিক্ত ফিল্টার পেপার ধর। অ্যামাইন উৎপন্ন হইয়া ফিল্টার পেপারে শোষিত হইবে। এইবার ফিল্টার পেপারটি একটি ওয়াচ গ্লাসে রাখিয়া উহাতে আরও কয়েক ফোঁটা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দাও। তৎপর কয়েক ফোঁটা $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর। তারপর কয়েক ফোঁটা ক্ষারীয় β-ন্যাপথল যোগ কর।	অ্যাজো-রং উৎপন্ন হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vii) সোডিয়াম নাইট্রাইট ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া যৌগ দ্বি-নাইট্রোজেন যুক্ত লবণ তৈরী করিবে এবং তারপর ক্ষারীয় β-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া করিবে (পৃষ্ঠা—১৩৭-১৩৮)।	লাল বা কমলালেবু রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

যে বিক্রিয়াগুলি উল্লেখ করিয়াছি উহারা অ্যারোমেটিক যৌগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

$-NH_2$ ও $-SO_3H$ মূলক যুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫০)।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইয়া যাইবে।
(ii) সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫০)।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(iii) সোডা-লাইমের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫০)।	অ্যাজো-রং হইবে।
(iv) যৌগের অ্যালকোহল বা জলে দ্রবণ তৈরী করিয়া উহা KI ও KIO_3 দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫০)।	দ্রবণটি নীলবর্ণ ধারণ করিবে।
(v) যৌগ দ্বি-নাইট্রোজেন যুক্ত লবণ তৈরী করিবে ও β-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া করিবে (পৃষ্ঠা ১৩৭-১৩৮)।	অ্যাজো-রং তৈরী করিবে।
(vi) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া উহাতে লঘু HCl দ্রবণ মিশাও।	যৌগটি দ্রবীভূত হইবে না।

$-NO_2$ ও $-OH$ মূলক যুক্ত যৌগে ক্ষেত্রে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া উহাতে NaOH দ্রবণ মিশাও।	যৌগটি দ্রবীভূত হইয়া যাইবে এবং দ্রবণের বর্ণ হলুদ বা লাল হইবে।
(ii) সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫০)।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া তাহা টিন ও গাঢ় HCl অ্যাসিডের সাহায্যে বিজারিত কর।	অ্যামিনোফেনল উৎপন্ন হইবে।
ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে বেশী করিয়া NaOH দ্রবণ মিশ্রিত কর।	দ্রবণের বর্ণ হলুদ বা লাল বর্ণের হইবে না।
(iv) যৌগটির সহিত অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড মিশাইয়া অ্যাসিটাইলেশন কর (পৃষ্ঠা ১৪০)।	অ্যাসিটাইল উৎপন্ন হইবে।
(v) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫৫)।	প্যারা-নাইট্রোফেনল বেগুনী-লাল বর্ণ দিবে কিন্তু অর্থো-নাইট্রোফেনল কোন বর্ণ দিবে না।
(vi) বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সাহায্যে বেনজোয়িলেশন কর (পৃষ্ঠা ১৪০)।	বেনজোয়িল উৎপন্ন (Benzoyl derivative) করিবে।
(vii) লিবারম্যান বিক্রিয়া (Libebermann Reaction) প্রয়োগ কর।	কোন পরিবর্তন পরিলক্ষিত হইবে না।

$-NO_2$ ও $-NH_2$ মূলকযুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) কার্বিল অ্যামাইন পরীক্ষাটি প্রয়োগ করিয়া দেখ (পৃষ্ঠা ১৩৭)।	অসহনীয় কোন গন্ধ অনুভূত হইবে না।
(ii) যৌগটির সহিত $NaNO_2$ ও HCl-এর বিক্রিয়া করাইয়া ডি-নাইট্রোজেন-যুক্ত লবণ তৈরী কর ও উহা ক্ষারীয় β-ন্যাপথলে ঢালিয়া দাও (পৃষ্ঠা ১৩৭-১৩৮)।	অ্যাজো-রং দিবে।
(iii) যৌগটির সহিত Sn ও HCl-এর বিক্রিয়া ঘটাও (পৃষ্ঠা ১৪৬)।	ডাই-অ্যামাইন উৎপন্ন করিবে।
তারপর উৎপন্ন ডাই-অ্যামাইন নিম্নলিখিত ভাবে পরীক্ষা কর।	
(a) লঘু HCl অ্যাসিড ও $FeCl_3$-এর সাহায্যে (পৃষ্ঠা ১৩৯)।	গাঢ় লাল রং হইলে যৌগটি অর্থো-যৌগ।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(b) জলে দ্রবীভূত করিয়া $FeCl_3$-এর সাহায্যে (পৃষ্ঠা ১৩৯)।	গাঢ় সবুজ রং ও পরে দ্রুত বাদামী রং হইলে যৌগটি প্যারা-যৌগ।
(c) লঘু HCl অ্যাসিডে দ্র· করিয়া $NaNO_2$-এর সাহায্যে (পৃষ্ঠা ১৩৯)।	বিসমার্ক বাদামী রং হইলে যৌগটি মেটা-যৌগ।
(iv) যৌগটির সহিত অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়া ঘটাও (পৃষ্ঠা ১৪০)।	অ্যাসিটাইল উৎপন্ন হইবে।
(v) যৌগটির সহিত বেনজোয়িল বিক্রিয়া কর।	বেনজোয়িল উৎপন্ন হইবে।

—NH_2 ও ফেনলিক —OH মুলকযুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া $FeCl_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৫৫)।	(a) কোন বিশেষ বর্ণের উদ্ভব না হইলে যৌগটি মেটা-অ্যামিনোফেনল। (b) কালো বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ হইলে যৌগটি অর্থো-অ্যামিনোফেনল। (c) গোলাপী বর্ণ উদ্ভব হইলে যৌগটি প্যারা-অ্যামিনোফেন্‌ল।
(ii) যৌগটির সামান্য একটু লইয়া উহা হইতে দ্বি-নাইট্রোজেনযুক্ত লবণ তৈরী কর (পৃষ্ঠা ১৩৭-১৩৮)। তারপর দ্রবণকে ফুটাইয়া লও। পরে উহাতে $FeCl_3$ দ্রবণ ঢাল।	(a) কালো চকচকে সবুজ বর্ণের কেলাস পাইলে যৌগটি প্যারা-অ্যামিনো-ফেনল। (b) দ্রবণের বর্ণ সবুজ হইলে অর্থো-অ্যামিনোফেনল। (c) দ্রবণের বর্ণ নীল-বেগুনী হইলে যৌগটি মেটা-অ্যামিনোফেনল।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) যৌগটির সহিত গাঢ় হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড যোগ কর।	হাইড্রোক্লোরাইড উৎপন্ন হইবে।
(iv) যৌগটির অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড মিশাইয়া বিক্রিয়া কর (পৃষ্ঠা ১৪০)।	অ্যাসিটাইল উৎপন্ন হইবে।
(v) বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সহিত যৌগটির বিক্রিয়া কর (পৃষ্ঠা ১৪০)।	বেনজোয়িল উৎপন্ন হইবে।

উৎপন্ন প্রস্তুতকরণ (Preparation of derivatives) :

অ্যাসিটাইলেশন (Acetylation)

একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে যৌগটির 1 গ্রাম লইয়া উহাতে 5 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের মিশ্রণ (1 : 1 v/v) মিশাও। তারপর ফ্লাস্কে একটি রিফ্লাক্স বায়ু-শীতক লাগাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। তারপর একটি বিকারে 150 মি. লি. জল লইয়া তাহাতে মিশ্রণটি ঢালিয়া দাও। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন প্রস্তুত হইবে। ফিল্টার কর। তারপর জল অথবা অ্যালকোহল বা অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও জলের মিশ্রণের সাহায্যে কেলাসগুলিকে পুনঃকেলাসিত কর।

অ্যালকোহল, প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামাইন ও ফেনলজাতীয় যৌগ অ্যাসিটাইল উৎপন্ন প্রস্তুত করিবে।

বেনজোয়িলেশন (Benzoylation) :

একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 গ্রাম যৌগ লইয়া উহা অ্যাসিটোন দ্রাবকে দ্রবীভূত করিয়া লও। তারপর তাহাতে 20 মি. লি. 10% NaOH দ্রবণ যোগ কর। প্রতিবারে 0·5 মি. লি. করিয়া 1·5 মি. লি. বেনজোয়িল ক্লোরাইড উহাতে দাও। প্রতিবারই ভাল করিয়া ঝাঁকাও। সমস্তটুকু বেনজোয়িল ক্লোরাইড যোগ করা হইয়া গেলে আবার 15-20 মিনিট ধরিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাও। তারপর ফিল্টার করিয়া লইয়া কেলাস জল দিয়া ধৌত কর। মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে পুনঃকেলাসন করিয়া কেলাস বিশুদ্ধ কর।

অ্যালকোহল, প্রামারীই ও সেকেণ্ডারী অ্যামাইন, ফেনলজাতীয় যৌগ বেনজোয়িল উৎপন্ন প্রস্তুত করিবে।

পিক্রেট-উৎপন্ন (Picrate Derivative) :

যৌগের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ বেঞ্জিন দ্রাবকে তৈরী কর। তারপর ইহাকে ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে বেঞ্জিনে পিক্রিক এ্যাসিডের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ মিশাও। অধঃক্ষেপ না পড়িলে টেষ্টটিউবের গায়ে একটি কাঁচদণ্ডের সাহায্যে ঘষিয়া দাও। ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে তারপর অ্যালকোহলের সাহায্যে পুনঃকেলাসিত কর। ফিল্টার পেপারে চাপ দিয়া পিক্রেটকে শুষ্ক কর।

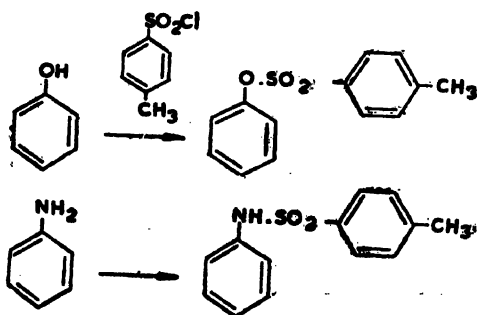
অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন, অ্যামাইন ও ফেনলজাতীয় যৌগ পিক্রিক অ্যাসিডের সহিত পিক্রেট উৎপন্ন প্রস্তুত করিবে।

প্যারা-টলুইনসালফোনিল-উৎপন্ন :

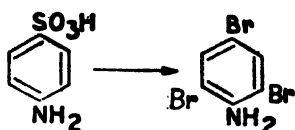
যৌগের 2 গ্রাম একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে 3 মি. লি. পিরিডিন ও 1 মি. লি. 5% NaOH দ্রবণ যোগ কর। তারপর ঝাঁকাইয়া লইয়া অ্যাসিটোনে প্যারা-টলুইন সালফোনিল ক্লোরাইডের একটি দ্রবণের কয়েক ফোঁটা উহাতে মিশ্রিত কর। 15-20 মিনিট ধরিয়া উক্ত মিশ্রণ ভাল করিয়া ঝাঁকাও। ধীরে ধীরে অধঃক্ষেপ কঠিন আকারে জমা হইবে। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া একটি বিকারের জলে উহা ঢালিয়া দাও। কেলাসগুলিকে জল দিয়া ধৌত কর। মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে কেলাসগুলিকে পুনঃকেলাসন করিয়া বিশুদ্ধ কর।

ফেনলজাতীয় যৌগ, প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামাইন প্যারা-টলুইন সালফোনিল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিবে।

$$C_6H_5OH \xrightarrow{p\text{-}CH_3C_6H_4SO_2Cl} C_6H_5O.SO_2\text{-}C_6H_4\text{-}CH_3$$

$$C_6H_5NH_2 \longrightarrow C_6H_5NH.SO_2\text{-}C_6H_4\text{-}CH_3$$

ব্রোমো-উৎপন্ন (Bromo derivative)

যৌগের 1 গ্রাম লইয়া উহা ঠাণ্ডা গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। তারপর উহাতে 0·5 মি.লি. ব্রোমিনের গ্লোসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবণ আস্তে আস্তে ঢাল। ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া দাও। তারপর 15-20 মিনিট রাখিয়া দিয়া একটি বিকারের জলে মিশ্রণটি ঢালিয়া দাও। ফিল্টার কর ও মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে বিশুদ্ধ করিয়া লও। সালফানিলিক অ্যাসিড, ফেনলজাতীয় যৌগ অ্যাসিটেনিলাইড ব্রোমো উৎপন্ন প্রস্তুত করিবে।

SO_3H, NH_2 (benzene ring) ⟶ Br, Br, Br, NH_2 (benzene ring)

নাইট্রো উৎপন্ন (Nitro derivative)

যৌগটির 1 গ্রাম একটি ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও 1 মি. লি. গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া লও। যদি উষ্ণতা বাড়িয়া যায় তাহা হইলে প্রয়োজনে ঠাণ্ডা করিয়া লও। তারপর ফ্লাস্কটিকে একটি জলগাহে বসাইয়া মুখে রিফ্লাক্স জল-শীতক লাগাইয়া অল্প উষ্ণতায় 30 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত কর। তারপর একটি বিকারে রাখা ঠাণ্ডা জলে উহা ঢালিয়া দাও। ফিল্টার কর। মিথিলেটেড স্পিরিটের সাহায্যে কেলাস বিশুদ্ধ কর।

টলুইন হইতে 2, 4-ডাইনাইট্রোটলুইন তৈরী করিতে উত্তাপের প্রয়োজন পড়ে না। আবার বেঞ্জানিলাইড হইতে অর্থো-নাইট্রো ও প্যারা-বেঞ্জানিলাইড তৈরি করিতে সালফিউরিক অ্যাসিড প্রয়োজন পড়ে না। শুধু নাইট্রিক অ্যাসিড হইলেই চলে এবং ঠাণ্ডা অবস্থায় বিক্রিয়া দেয়?

বিভিন্ন ধরনের অ্যারোমেটিক যৌগ সহজেই নাইট্রো-উৎপন্ন প্রস্তুত করে।

বিজারণ (Reduction) :

একটি নাইট্রো যৌগের 1 গ্রাম লইয়া তাহাতে কয়েকটুকরা টিনের টুকরা দাও। তারপর 2 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উহাতে যোগ কর। বিজারণ সম্পূর্ণ না হওয়া পর্যন্ত উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করিয়া ক্ষারীয় কর। উহাতে ইথার যোগ করিয়া ঝাঁকাও। ইথার স্তর পৃথক করিয়া ইথার তাড়াইয়া দাও। অ্যামাইন তৈরী হইল।

অথবা

একটি ফ্লাস্কে 1 গ্রাম নাইট্রো যৌগ লইয়া তাহাতে 40 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল যোগ কর। তাহাতে 20 মি. লি. হলুদ অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণ দাও। ফ্লাস্কের মুখে একটি বায়ু-শীতক লাগাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত কর যাহাতে মিশ্রণটি ফুটিতে থাকে। ফিল্টার করিয়া অধঃক্ষিপ্ত সালফার পৃথক কর। পরিস্রুৎ ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে 100 মি. লি. জল যোগ কর। মিশ্রণকে বিয়োজী ফানেলে লইয়া তাহাতে 25 মি. লি. ইথার দাও। তারপর ইথার স্তর পৃথক করিয়া ইথার তাড়াইলে অ্যামাইন পাওয়া যাইবে।

নাইট্রো যৌগ, ডাই-নাইট্রো যৌগ, নাইট্রো-অ্যামাইন, নাইট্রো-ফেনলকে বিজারিত করিতে পারা যায়।

অ্যামাইড ও অ্যানিলাইড প্রস্তুতকরণ

প্রথমে একটি পোর্সেলিন বেসিনে 0·5 গ্রাম যৌগ লইয়া তাহাতে 2 গ্রাম PCl_5 মিশাইয়া ভাল করিয়া পিষিয়া দাও যতক্ষণ না মিশ্রণ তরলে পরিণত হয় অথবা $SOCl_2$ যোগ করিয়া ভাল করিয়া মিশাইয়া দাও। মিশ্রণটিকে 50°C—60°C উষ্ণতায় সামান্য উত্তপ্ত কর। তারপর নিম্নলিখিত ভাবে অ্যামাইড ও অ্যানিলাইড তৈরী কর।

(i) **অ্যামাইড:** অ্যাসিড ক্লোরাইড যাহা তৈরী হইল তাহাতে 10 মি. লি. গাঢ় ঠাণ্ডা NH_4OH যোগ কর। বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইলে ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার কর ও জল দিয়া কেলাস-গুলিকে ধৌত করিয়া দাও। দ্রাবক হিসাবে জল ব্যবহার করিয়া কেলাস বিশুদ্ধ করিয়া লও।

(ii) **অ্যানিলাইড:** অ্যাসিড ক্লোরাইড 5 মি. লি. অ্যাসিটোনে দ্রবীভূত করিয়া লও। তারপর দ্রবণ একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে সদ্য পাতিত অ্যানিলিন 1 মি. লি. দাও। ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে 30 মি. লি. NaOH দ্রবণ যোগ কর। ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ করিয়া 10 মিনিট ধরিয়া

ঝাঁকাও। ফিল্টার কর। ঠাণ্ডা জল দিয়া কেলাস ধৌত কর। তারপর অ্যালকোহলের সাহায্যে কেলাস বিশুদ্ধ কর। কার্বক্সিলিক অ্যাসিডগুলি অ্যামাইড ও অ্যানিলাইড উৎপন্ন করিবে।

ফিনাইল হাইড্রাজোন প্রস্তুতকরণ

একটি টেষ্ট টিউবে 0·5 গ্রাম যৌগ লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড মিশাও। তারপর একটু উত্তপ্ত করিয়া দ্রবণ তৈরী কর। এইবার দ্রবণে 5 ফোঁটা ফিনাইল হাইড্রাজিন যোগ কর। তারপর মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করিয়া প্রায় ফুটন্ত অবস্থায় আন। ঠাণ্ডা কর। হাইড্রাজোন তৈরী হইয়া যাইবে। প্রয়োজনে একটি কাঁচদণ্ড দিয়া টেষ্ট টিউবের গা ঘষিয়া দাও। তারপর উহাতে 5 মি. লি. জল যোগ কর। ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে জল দিয়া ধৌত কর। অ্যালকোহলের সাহায্যে কেলাস বিশুদ্ধ কর।

অথবা

0·5 গ্রাম যৌগ লইয়া তাহা গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। 0·2 গ্রাম ফিনাইল হাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইড ও 0·5 গ্রাম সোডিয়াম অ্যাসিটেট যোগ কর। মৃদু উত্তপ্ত কর। ফিল্টার কর। তারপর ফুটন্ত জলে বসাইয়া উত্তপ্ত কর। 15 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত করিবার পর ফিল্টার কর। অ্যালকোহলের সাহায্যে কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ কর।

কোন যৌগে কার্বনিলমূলক থাকিলে এই বিক্রিয়া দিবে।

2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজোন প্রস্তুতকরণ

যৌগের 0·5 গ্রাম লইয়া উহাকে অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কর। তারপর তাহাতে 5 মি. লি. 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ যোগ কর। অধঃক্ষেপ পড়িয়া যাইতে পারে। অধঃক্ষেপ না পড়িলে একটি জল-গাহে বসাইয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর। ঠাণ্ডা কর। অধঃক্ষেপ (লাল অথবা কমলালেবু রংয়ের) পড়িবে। কার্বনিল যৌগ এই বিক্রিয়া দিবে।

সেমিকার্বাজোন প্রস্তুতকরণ

0·5 গ্রাম সেমিকার্বাজাইড হাইড্রোক্লোরাইড-এ 5 মি. লি. জল ও 0·5 গ্রাম নিরুদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট মিশাও। তারপর মৃদু উত্তপ্ত কর ও ফিল্টার

কর। পরিস্রুৎ লইয়া তাহাতে 0·5 গ্রাম যৌগের অ্যালকোহলে দ্রবণ মিশাও। তারপর একটি জল-গাহে বসাইয়া 15-20 মিনিট উত্তপ্ত কর। ঠাণ্ডা কর ও ফিল্টার কর। অ্যালকোহলের সাহায্যে বিশুদ্ধ কর।

কার্বনিল যৌগ এই বিক্রিয়া দিবে।

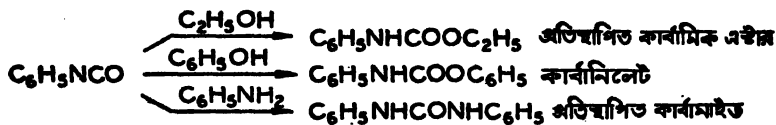
ফিনাইল আইসোসায়েনেটের সহিত বিক্রিয়া

0·5 মি. লি. ফিনাইল আইসায়েনেটের 10 মি. লি. শুষ্ক পেট্রোলিয়াম ইথারে একটি দ্রবণ তৈরী কর। উক্ত দ্রবণে যৌগের পেট্রোলিয়াম ইথারের দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া 0·5 মি. লি. যোগ কর। অধঃক্ষেপ পড়িবে। ফিল্টার কর। কেলাস পেট্রোলিয়াম ইথার দ্বারা ধৌত কর।

কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, প্রাইমারী অ্যামাইন, অ্যালকোহল ও ফেনল জাতীয় যৌগ এই বিক্রিয়া দেয়।

$$C_6H_5NCO \xrightarrow{C_2H_5OH} C_6H_5NHCOOC_2H_5$$ প্রতিস্থাপিত কার্বামিক এস্টার

$$C_6H_5NCO \xrightarrow{C_6H_5OH} C_6H_5NHCOOC_6H_5$$ কার্বানিলেট

$$C_6H_5NCO \xrightarrow{C_6H_5NH_2} C_6H_5NHCONHC_6H_5$$ প্রতিস্থাপিত কার্বামাইড

আর্দ্র-বিশ্লেষণ

একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে যৌগের 1 গ্রাম লইয়া তাহাতে 20 মি. লি. NaOH দ্রবণ যোগ কর। ফ্লাস্কের মুখে একটি রিফ্লাক্স বায়ু-শীতক লাগাইয়া 30 মিনিট মৃদু ফুটাও। ঠাণ্ডা করিয়া লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ কর যতক্ষণ না মিশ্রণ আম্লিক হয়। বেশী করিয়া জল যোগ কর। অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হইবে। ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে ভাল করিয়া ধৌত কর। অ্যালকোহলের সাহায্যে বিশুদ্ধ কর।

এস্টার, অ্যামাইড, অ্যানিলাইড আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইবে।

প্যারা-নাইট্রোবেনজাইল উৎপন্ন

প্রথমে 0·5 গ্রাম অ্যাসিডকে জলে অথবা জল ও অ্যালকোহলের মিশ্রণে দ্রবীভূত কর। তারপর এই দ্রবণে আস্তে আস্তে 1N KOH দ্রবণ যোগ করিয়া অ্যাসিডকে প্রশমিত কর। ক্ষারীয় দ্রবণ বেশী যোগ করা হইয়া

থাকিলে আবার সামান্ত একটু অ্যাসিড উহাতে যোগ করিয়া দ্রবণ আম্লিক কর। তারপর বাষ্পীভবন করিয়া জল তাড়াইয়া দাও। পটাসিয়াম-লবণ তৈরী হইল। একটি ছোট কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. জল যোগ কর। উহাতে পটাসিয়াম লবণ যতটা দ্রবীভূত হয় ততটুকু দ্রবীভূত কর। 20 মি. লি. অ্যালকোহল উহাতে দাও। তারপর 2·0 গ্রাম প্যারা-নাইট্রোবেনজাইল ব্রোমাইড যোগ কর। ফ্লাস্কে শীতক লাগাইয়া $1\frac{1}{2}$ ঘণ্টা ফুটাও। তারপর বরফের সাহায্যে ঠাণ্ডা কর। সামান্ত একটু জল যোগ কর। ফিল্টার কর। জল এবং অ্যালকোহলের সাহায্যে কেলাসগুলি ধৌত কর। কেলাসগুলিকে বিশুদ্ধ করিবার জন্য জল ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ ব্যবহার কর।

কার্বক্সিলিক অ্যাসিড প্যারা-নাইট্রোবেনজাইল উৎপন্ন দিবে।

3, 5-ডাই-নাইট্রোবেনজইল উৎপন্ন

একটি শুষ্ক টেষ্ট-টিউব লইয়া তাহাতে 0·5 গ্রাম 3,5-ডাই-নাইট্রোবেনজইল ক্লোরাইডের গুঁড়া লও। তাহাতে 2 মি. লি. অ্যালকোহল যোগ কর। উত্তপ্ত কর যতক্ষণ না একটি স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হয়। এইবার ঠাণ্ডা কর এবং ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে পেট্রোলিয়ামের সাহায্যে বিশুদ্ধ কর।

অ্যালকোহল 3, 5-ডাই-নাইট্রোবেনজইল উৎপন্ন দিবে।

উৎপন্ন (অ্যারোমেটিক যৌগের মুক্ত পার্শ্বশৃঙ্খল জারণ করিয়া)

(i) ক্ষারীয় $KMnO_4$-এর সাহায্যে জারণ :

একটি গোলতল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 90 মি. লি. ফুটন্ত জলে 1 গ্রাম যৌগ যোগ কর। তৎপর 0·5 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট ও 4 গ্রাম পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট উহাতে দাও। ফ্লাস্কে রিফ্লাক্স বায়ু-শীতক লাগাইয়া উত্তপ্ত কর যতক্ষণ না পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের বর্ণ চলিয়া যায়। বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণটিকে ঠাণ্ডা কর এবং ধীরে ধীরে লঘু সালফিউরিক মিশাইয়া আম্লিক কর। আবার পূর্বের ন্যায় 30 মিনিট ধরিয়া ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর। ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের অধঃক্ষেপ থাকিয়া গেলে সামান্ত সোডিয়াম বাইসালফাইটের সাহায্যে উহা দ্রবীভূত কর। তারপর ফিল্টার কর। কেলাস গুলিকে বেঞ্জিন, অ্যালকোহল অথবা জলের সাহায্যে বিশুদ্ধ করিয়া লও।

(ii) আম্লিক $K_2Cr_2O_7$-এর সাহায্যে :

একটি 50 মি. লি. ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 1 গ্রাম যৌগ, 4 গ্রাম $K_2Cr_2O_7$ ও 10 মি. লি. জল মিশাও। ফ্লাস্কে রিফ্লাক্স বায়ু-শীতক লাগাইয়া ধীরে ধীরে মিশ্রণে ঘন H_2SO_4 (7 মি. লি.) যোগ কর। মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া লও। সাধারণতঃ সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া শুরু হইয়া যায়। প্রয়োজনে মৃদু উত্তাপ দাও যাহাতে বিক্রিয়া শুরু হয়। বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইয়া গেলে মিশ্রণটিকে ফুটাও। 30 মিনিট ফুটাইবার পর ফ্লাস্কটি ঠাণ্ডা কর। 30 মি. লি. জল উহাতে যোগ কর। ফিল্টার কর। কেলাসগুলিকে পৃথক করিয়া লইয়া তাহাতে Na_2CO_3 দ্রবণ যোগ করিয়া ক্ষারীয় কর। তারপর লঘু HCl দ্রবণ দ্বারা অধঃক্ষিপ্ত কর। ফিল্টার কর। বিশুদ্ধ করিবার জন্য বেঞ্জিন, জল অথবা অ্যালকোহল দ্রাবক হিসাবে ব্যবহার কর।

টলুইন বা ইথাইল বেঞ্জিন হইতে বেনজোয়িক অ্যাসিড, নাইট্রোটলুইন হইতে নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড বা অর্থো-জাইলিন হইতে থ্যালিক অ্যাসিড উৎপন্ন করিতে ক্ষারীয় $KMnO_4$ ব্যবহার করা চলে। অ্যালকিল বেঞ্জিনের নাইট্রো-উৎপন্ন করিতে আম্লিক $K_2Cr_2O_7$-ও ব্যবহার করা যায়।

পঞ্চম অধ্যায়

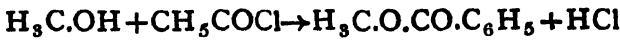
এই অধ্যায়ে কতকগুলি নির্দিষ্ট জৈব যৌগ কি করিয়া সনাক্তকরণ করিতে হয় সেই সম্পর্কে আলোচিত হইবে।

মিথাইল অ্যালকোহল (Methyl Alcohol) $CH_3.OH$

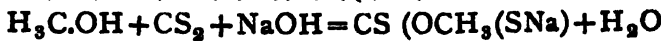
ভৌত ধর্ম :

ইহা বর্ণহীন তরল। অম্ল ও ক্ষার নিরপেক্ষ। স্ফুটনাংক 64·5°C। জলের সহিত যে কোন অনুপাতে মিশিতে পারে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) একটি শুষ্ক টেষ্ট-টিউবে কয়েক ফোঁটা তরল লইয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা বেনজোয়িল ক্লোরাইড মিশাইয়া ঝাঁকাও। তারপর একটি নীল লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা কর।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।

$$H_3C.OH + CH_5COCl \rightarrow H_3C.O.CO.C_6H_5 + HCl$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) অ্যালকোহলের দুই ফোঁটা লইয়া তাহাতে এক ফোঁটা কার্বন ডাইসালফাইড (CS_2) ও সামান্য একটু কঠিন কষ্টিক সোডা মিশাও। তারপর 5 মিনিট ঝাঁকাও। দুই ফোঁটা অ্যামোনিয়াম মলিবডেট দ্রবণ যোগ কর। কষ্টিক সোডা দ্রবীভূত হইয়া গেলে লঘু H_2SO_4 দ্রবণের সাহায্যে উপরোক্ত দ্রবণটি আম্লিক কর। তারপর দুই ফোঁটা ক্লোরোফর্ম উহাতে দাও ও ঝাঁকাও।	ক্লোরোফর্ম স্তর বেগুনী বর্ণের হইবে।

প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল এই বিক্রিয়াটি দেয়।

$$H_3C.OH + CS_2 + NaOH = CS\ (OCH_3(SNa) + H_2O$$

অ্যালকোহল কার্বন ডাইসালফাইড ও কষ্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়া করিয়া জ্যানথেট (Xanthate) দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) একটি টেষ্টটিউবে এক মি. লি. অ্যালকোহল লইয়া তাহাতে 6 মি. লি. লিউকাস বিকারক* (Lucas Reagent) যোগ কর। টেষ্ট-টিউবের মুখ কর্কের সাহায্যে বন্ধ করিয়া ঝাঁকাও ও 5 মিনিট রাখিয়া দাও।	দ্রবণ স্বচ্ছ হইবে।

---

* 68 গ্রাম নিরুদক জিংক ক্লোরাইডকে 52·5 গ্রাম গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া লিউকাস বিকারক তৈরী করা হয়।

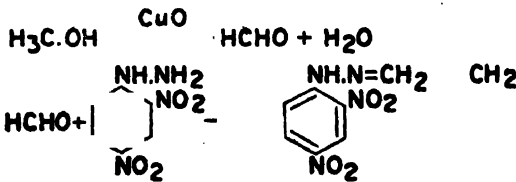
প্রাইমারী অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহল যথা মিথাইল অ্যালকোহল, ইথাইল অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে দ্রবণ স্বচ্ছ হইয়া যাইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) A. জারণ পরীক্ষা	
একটি কাঁচদণ্ডের এক প্রান্তে কিছু তামার তার প্যাঁচাইয়া লাগাও। তারপর উহাকে জারণ শিখায় উত্তপ্ত করিয়া একটি টেষ্ট টিউবে রাখা কয়েক ফোঁটা অ্যালকোহলে ডুবাও। এই প্রক্রিয়া আরও কয়েকবার চালাও।	অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হইবে।
উৎপন্ন পদার্থে 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন যোগ কর ও জল-গাহে রাখিয়া কয়েক মিনিট উত্তপ্ত কর ও ঠাণ্ডা কর।	কমলালেবু রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(iv) B. জারণ পরীক্ষা	
একটি ফ্লাস্কে আনুমানিক 3 গ্রাম $K_2Cr_2O_7$ গুঁড়া লইয়া তাহাতে জল যোগ কর যাহাতে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট জলের নিচে থাকে। ফ্লাস্কে একটি নির্গম নল যুক্ত কর। একটি বিকারে 10 মি. লি. মিথাইল অ্যালকোহল লইয়া তাহাতে 1:1 ঠাণ্ডা লঘু H_2SO_4 ফ্লাস্কের জলের আয়তনের পরিমাণ ধীরে ধীরে যোগ কর। মিশ্রণ তৈরী হইয়া গেলে উহা ফ্লাস্কে যোগ কর। তারপর তাহাতে ফ্লাস্কের মিশ্রণের আয়তনের অর্ধেক পরিমাণ জল ঢাল। একটি টেষ্টটিউবে 5 মি. লি. জল লইয়া তাহা একটি বিকারে রাখা জলে বসাও ও নির্গম নলটির অপর প্রান্ত টেষ্টটিউবের জলে প্রবেশ করাও। এইবার পাতন করিয়া টেষ্টটিউবে 5 মি. লি. পাতিত দ্রবণ সংগ্রহ কর। সংগৃহীত দ্রবণে ফরমিক অ্যাসিড রহিয়াছে। উহা প্রশমিত কর (পৃষ্ঠা···)।	

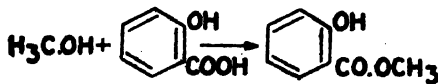
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
এইবার দুইভাগে ভাগ কর।	
(1) এক ভাগে দুই ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ কর।	দ্রবণ লালবর্ণের হইবে।
উহাতে লঘু HCl যোগ কর।	বর্ণ দূরীভূত হইবে।
(2) অপর ভাগে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ কর এবং একটু গরম কর।	কালো বা ধূসর বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

জারণ শিখায় তামার তারের উপরিভাগে কপার অক্সাইড তৈরী হইল। কপার অক্সাইড মিথাইল অ্যালকোহলকে জারিত করিয়া ফরম্যালডিহাইডে পরিণত করিবে। উক্ত অ্যালডিহাইড 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রাজোন তৈরী করিবে।

$$H_3C.OH \xrightarrow{CuO} HCHO + H_2O$$

$$HCHO + C_6H_3(NO_2)_2.NH.NH_2 \rightarrow C_6H_3(NO_2)_2.NH.N{=}CH_2$$

(v) উইন্টারগ্রীণের তৈল তৈরী পরীক্ষা (Oil of Wintergreen Test)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
একটি টেষ্টটিউবে কয়েক ফোঁটা অ্যালকোহল লইয়া তাহাতে সামান্য একটু স্যালিসাইলিক অ্যাসিড মিশাও। তারপর কয়েক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড উহাতে দাও। মিশ্রণটি কয়েক মিনিট উত্তপ্ত কর। তারপর একটি বিকারের জলে উহা ঢালিয়া দাও।	উইণ্টার গ্রীণের তৈল তৈরী হইবে এবং উহার সুগন্ধ বাহির হইবে।

$$H_3C.OH + C_6H_4(OH)COOH \rightarrow C_6H_4(OH)CO.OCH_3$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vi) একটি টেষ্টটিউবে কয়েক ফোঁটা অ্যালকোহল লও। পটাসিয়াম আয়োডাইডে আয়োডিনের দ্রবণ তৈরী করিয়া তাহা সম-পরিমাণ উহাতে দাও। তারপর সোডিয়াম	আয়োডোফর্মের অধঃক্ষেপ পড়িবে না।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া উহাতে যোগ কর। একটু গরম করিয়া ঠাণ্ডা কর।	

ইথাইল অ্যালকোহল (Ethyl Alcohol) $H_3C.\ CH_2OH$

ভৌত ধর্ম :

ইহা বর্ণহীন তরল। অম্ল ও ক্ষার নিরপেক্ষ। স্ফুটনাংক 78·5°C। জলের সহিত ইহা যে কোন অনুপাতে মিলিতে পারে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সহিত পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৭১)।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) কার্বন ডাইসালফাইড ও কষ্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়া ঘটাইয়া অ্যামোনিয়াম মলিবডেটের সহিত বিক্রিয়া কর (পৃষ্ঠা ১৭১, পরীক্ষা ii)।	ক্লোরোফর্ম স্তর বেগুনী-বর্ণের হইবে।
(iii) লিউকাস বিকারকের সহিত বিক্রিয়া কর (পৃষ্ঠা ১৭১, পরীক্ষা iii)।	দ্রবণ স্বচ্ছ হইবে।
(iv)A জারণ পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৭২, পরীক্ষা iv)।	অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হইবে।
(iv)B জারণ পরীক্ষা	
পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও H_2SO_4 সাহায্যে জারিত কর (পৃষ্ঠা ১৭২, পরীক্ষা (iv) B)।	অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপন্ন হইবে।
পাতিত অংশ লইয়া তাহাতে সিফ্‌স্ (Schiff's Reagent) যোগ কর।	ম্যাজেন্টা রং ফিরিয়া আসিবে।
(vi) উইণ্টারগ্রীনের তৈল তৈরী পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৭৩, পরীক্ষা iv)।	এস্টারের সুগন্ধ বাহির হইবে কিন্তু উইণ্টারগ্রীনের তৈল তৈরী হইবে না।
(vi) আয়োডোফর্ম পরীক্ষাটি কর (পৃষ্ঠা ১৭৩-১৭৪, পরীক্ষা v)।	হলুদ রংয়ের আয়োডোফর্ম তৈরী হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
NaOH দ্রবণের পরিবর্তে NH_4OH দ্রবণ ব্যবহার করিয়া বিক্রিয়াটি হয় কিনা দেখ।	আয়োডোফর্ম তৈরী হইবে না।

বেনজাইল অ্যালকোহল (Benzyl Alcohol)

ভৌত ধর্ম :

ইহা বর্ণহীন তরল। স্ফুটনাংক 206°C। জলে খুব সামান্ত পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার ও ক্লোরোফর্মে প্রচুর পরিমাণ দ্রবীভূত হয়। অম্ল ও ক্ষার নিরপেক্ষ।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৭১, পরীক্ষা···)।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) কার্বন ডাই-সালফাইড, কস্টিক সোডা ও অ্যামোনিয়াম মলিবডেটের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৭১, পরীক্ষা ii)।	ক্লোরোফর্ম স্তর বেগুনী-বর্ণের হইবে।
(iii) লিউকাস বিকারকের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৭১, পরীক্ষা iii)	দ্রবণ স্বচ্ছ হইবে না।
(iv) যৌগের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহাতে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল। তারপর মিশ্রণ উত্তপ্ত কর।	বেনজাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হইবে ও দ্রবণ ঘোলাটে হইয়া যাইবে।
(v) যৌগের 1 মি. লি. লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর।	সাদা জিলেটিনের ন্যায় অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(vi) জারণ পরীক্ষা :	
যৌগের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহাতে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সম্পৃক্ত দ্রবণ মিশাও। তাহাতে Na_2CO_3-এর দ্রবণ যোগ কর। তারপর বায়ু-শীতক লাগাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া ফুটাও। মিশ্রণ ঠাণ্ডা করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ দ্বারা আম্লিক কর। MnO_2 দ্রবীভূত করিবার Na_2SO_3 দ্রবণ যোগ কর। ঠাণ্ডা কর।	বেনজোয়িক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vii) একটি বিকারে কয়েক ফোঁটা যৌগটি লইয়া তাহাতে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া গাঢ় HNO_3 যোগ কর।	বিক্রিয়া দ্রুতগতিতে হইবে ও বেনজালডিহাইড তৈরী হইবে।
বিক্রিয়া শেষে NaOH দ্রবণ দিয়া মিশ্রণ প্রশমিত কর ও ইথারের সাহায্যে তৈল জাতীয় পদার্থ পৃথক কর। ইথার দূর কর। যে পদার্থ পড়িয়া থাকিবে তাহা অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কর ও 2, 4-ডাই-নাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ যোগ কর। জলগাহে রাখিয়া কয়েক মিনিট উত্তপ্ত কর ও ঠাণ্ডা কর।	কমলালেবুর রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

গ্লিসারিন (Glycerine) $HOH_2C.\ CHOH.\ CH_2OH$

ভৌত ধর্ম :

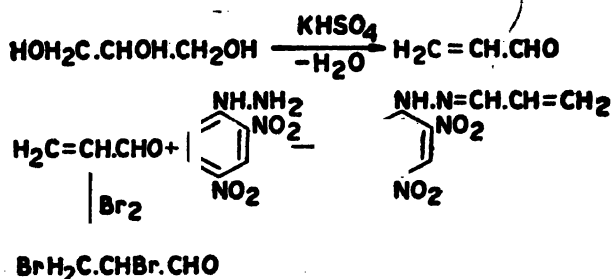
বর্ণহীন গন্ধহীন সিরাপ জাতীয় তরল। জলে ও অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। অম্ল ও ক্ষার নিরপেক্ষ। স্ফুটনাংক 290°C।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৭১, পরীক্ষা i)	নীল লিটমাস পেপার লাল করে।
(ii) বোরাক্স—ফেনলফ্‌থ্যালেইন পরীক্ষা : বোরাক্সের (Borax) একটি জলীয় দ্রবণের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে এক ফোঁটা ফেনলফ্‌থ্যালেইন দ্রবণ যোগ কর।	গোলাপী বর্ণ হইবে।
উহাতে এক ফোঁটা গ্লিসারিন যোগ কর।	গোলাপী বর্ণ চলিয়া যাইবে।
মিশ্রণটিকে মৃদু উত্তাপ দাও।	গোলাপী বর্ণ ফিরিয়া আসিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) যৌগের দুই ফোঁটার সহিত দুই ফোঁটা ফেনল মিশাও। তারপর তাহাতে দুই ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করিয়া উত্তাপ দাও। পরে উহা জল দিয়া লঘু দ্রবণ তৈরী করিয়া অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাহায্যে ক্ষারীয় কর।	লাল বর্ণ হইবে।
(iv) 0·5 মি. লি. যৌগের সহিত 1 গ্রাম গুঁড়া করা পটাসিয়াম বাইসালফেট মিশাও ও উত্তপ্ত কর।	অ্যাক্রোলিনের (Acrolein) ঝাঁঝালো গন্ধ অনুভূত হইবে।
উৎপন্ন পদার্থের এক ভাগ লইয়া তাহা অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কর ও উহার সহিত 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন মিশাও। তারপর জলগাহে বসাইয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর ও ঠাণ্ডা কর।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়িবে।
অপর ভাগে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ব্রোমিন দ্রবণ যোগ কর।	ব্রোমিনের চলিয়া যাইবে।

$$HOH_2C.CHOH.CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{KHSO_4} H_2C=CH.CHO$$

$$H_2C=CH.CHO + C_6H_3(NO_2)_2.NH.NH_2 \longrightarrow C_6H_3(NO_2)_2.NH.N=CH.CH=CH_2$$

$$H_2C=CH.CHO \xrightarrow{Br_2} BrH_2C.CHBr.CHO$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) 1 মি. লি. যৌগের সহিত 5 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যাসিড—অ্যাসেটিক অ্যানহাইড মিশ্রণ যোগ করিয়া বায়ু-শীতকের সাহায্যে মিশ্রণটিকে একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 15 মিনিট ফুটাও। তারপর উহা একটি বিকারের জলে ঢালিয়া দাও।	ট্রাইঅ্যাসিটেট তৈরী হইবে।

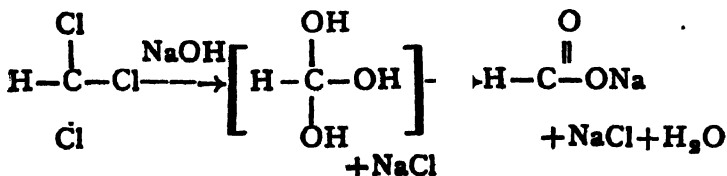
ক্লোরোফর্ম (Chloroform) $CHCl_3$

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন, অম্ল ও ক্ষার নিরপেক্ষ তরল। ফুটনাঙ্ক 61°C। জলের চেয়ে ভারী (ঘনত্ব 1·504) ও জলের সহিত মিশে না।

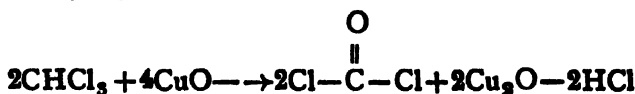
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) একটি টেষ্ট টিউব লইয়া তাহাতে 4 মি. লি. 20% NaOH দ্রবণ লও। তারপর উহাতে পিরিডিন যোগ কর। পিরিডিন আলাদা স্তর গঠন করিবে। তরলের এক ফোঁটা উহাতে দাও। ফুটন্ত অবস্থায় না আসা পর্যন্ত উহা উত্তপ্ত কর। তারপর কিছুক্ষণ রাখিয়া দাও।	পিরিডিনের স্তর লাল বর্ণের হইয়া যাইবে।

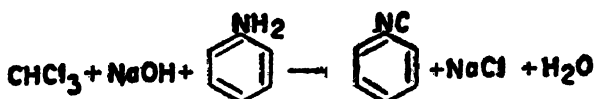
ক্লোরোফর্ম, ব্রোমোফর্ম, আয়োডোফর্ম, ক্লোরাল হাইড্রেট এই বিক্রিয়াটি দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) 1 মি. লি. যৌগের সহিত 10 মি. লি. NaOH দ্রবণ মিশাইয়া লও। তারপর উহা বায়ু-শীতক লাগানো একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া 15 মিনিট ফুটাও। তারপর NaCl কিছু অধঃক্ষিপ্ত হইয়া থাকিলে জল দিয়া উহা দ্রবীভূত কর। লঘু HNO_3 যোগ করিয়া মিশ্রণ আম্লিক কর ও $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ কর।	AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়িবে ও উহা NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হইবে।

$$H-\underset{Cl}{\overset{Cl}{C}}-Cl \xrightarrow{NaOH} \left[H-\underset{OH}{\overset{OH}{C}}-OH\right] + NaCl \longrightarrow H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + NaCl + H_2O$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) একটি টেষ্টটিউবে 0·2 গ্রাম রেসরসিনল (Resorcinol) লইয়া তাহা 1 মি. লি. NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত কর। যৌগটির 1 মি. লি. উহাতে দাও। মৃদু উত্তাপ দাও।	জলের স্তর লাল হইবে।

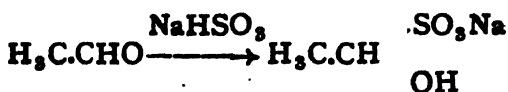
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) একটি টেষ্টটিউবে 0·2 গ্রাম β-ন্যাপথল (β-Naphthol) লও। 1 মি. লি. NaOH দ্রবণ দিয়া উহা দ্রবীভূত কর। যৌগটির 1 মি. লি. উহাতে দাও। মৃদু উত্তাপ দাও।	জলের স্তর গাঢ় নীল হইবে।
(v) 1 মি. লি. যৌগের সহিত 3 মি. লি. ফেহ্‌লিং দ্রবণ (Fehling's solution) মিশাও। 3-4 মিনিটের জন্য মৃদু ফুটাও ও নাড়িয়া দাও।	Cu_2O অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

$$2CHCl_3 + 4CuO \longrightarrow 2Cl-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-Cl + 2Cu_2O - 2HCl$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vi) একটি টেষ্ট টিউবে 1 মি. লি. যৌগ লইয়া তাহাতে 2-3 মি. লি. অ্যালকোহলযুক্ত NaOH দ্রবণ যোগ কর। তারপর কয়েক ফোঁটা অ্যানিলিন যোগ কর। মৃদু ফুটাও।	(a) ফিনাইল আইসো-সায়েনাইড তৈরী হইবে ও উহার অসহনীয় গন্ধ অনুভূত হইবে।
ঠাণ্ডা কর ও বেশী করিয়া গাঢ় HCl উহাতে দাও।	(b) দুর্গন্ধ দূরীভূত হইবে।

$$CHCl_3 + NaOH + C_6H_5NH_2 \longrightarrow C_6H_5NC + NaCl + H_2O$$

অ্যাসিটেলডিহাইড (Acetaldehyde) $H_3C.CHO$

ভৌতধর্ম : বর্ণহীন ঝাঁঝালো ফলের গন্ধযুক্ত উদ্বায়ী তরল। জলে দ্রাব্য। স্ফুটনাংক 20·2°C।

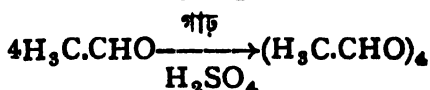
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 10 মি.লি. সোডিয়াম বাইসালফাইটের সম্পৃক্ত দ্রবণ লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. যৌগটি যোগ কর। একটি কর্ক ফ্লাস্কের মুখে লাগাইয়া 15 মিনিট ভাল করিয়া ঝাঁকাও।	বাইসালফাইট যৌগের সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

$$H_3C.CHO \xrightarrow{NaHSO_3} H_3C.CH\begin{matrix} SO_3Na \\ OH \end{matrix}$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) যৌগের 0·5 মি.লি. অ্যালকোহলে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে 2, 4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন 5 মি. লি. যোগ কর। জল-গাহে 10 মিনিট রাখিয়া উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর।	হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(iii) একটি টেষ্টটিউবে 2 মি. লি. শিফ্স্ বিকারক (Schiff's reagent) লইয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা যৌগ যোগ কর ও ঝাঁকাও।	ম্যাজেণ্টা রং (Magenta Colour) ফিরিয়া আসিবে।

ম্যাজেণ্টা রং এর দ্রবণে SO_2 পাঠাইলে উহার রং চলিয়া যায়। ইহাই শিফ্স্ বিকারক। অ্যালডিহাইড যোগ করিলে ঐ বর্ণ আবার ফিরিয়া আসিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) যৌগের কয়েক ফোঁটা টেষ্ট টিউবে লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. টোলেনের বিকারক যোগ কর। তারপর জল-গাহে বসাইয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে।
(v) যৌগের কয়েক ফোঁটা টেষ্ট টিউবে লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. ফেহ্লিং দ্রবণ যোগ কর। তারপর জলগাহে বসাইয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর।	কিউপ্রাস অক্সাইডের লাল অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(iv) যৌগের কয়েক ফোঁটা ইথার দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় অ্যামোনিয়া যোগ কর ও ঝাঁকাও।	অ্যালডিহাইড অ্যামোনিয়াম অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(vii) আয়োডোফর্ম পরীক্ষা : (পরীক্ষা ১৭৩-১৭৪ পৃষ্ঠা vi)।	হলুদ বর্ণের আয়োডোফর্ম তৈরী হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(viii) একটি টেষ্টটিউবে যৌগের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহাতে NaOH দ্রবণ যোগ কর। তারপর উত্তাপ দাও।	অ্যালডিহাইড-রেজিনের তীব্র গন্ধ অনুভূত হইবে।
(ix) একটি টেষ্টটিউবে যৌগের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহা বরফে ঠাণ্ডা করিয়া উষ্ণতা 10°C নামাও। তারপর উহাতে কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

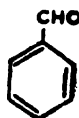
$$4H_3C.CHO \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{গাঢ়}} (H_3C.CHO)_4$$

অ্যাসিটোন (Acetone) $H_3C.\ CO.\ CH_3$

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন, উদ্বায়ী তরল। স্ফুটনাংক 56°C জলের সহিত মিশে। অম্ল ও ক্ষার নিরপেক্ষ।

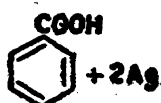
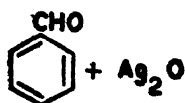
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) 1 মি. লি. যৌগ অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কর। তাহাতে 2,4-ডাই-নাইট্রো-ফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ যোগ কর। জল-গাহে 10 মিনিট বসাইয়া উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর।	কমলালেবু রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(ii) 1 মি. লি. যৌগে টোলেনের বিকারক (Tollen's Reagent) যোগ কর। তারপর জলগাহে রাখিয়া 15 মিনিট ধরিয়া উত্তাপ দাও।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে না।
(iii) 1 মি. লি. যৌগটির সহিত ফেহ্‌লিং-এর দ্রবণ মিশ্রিত কর। তারপর জল-গাহে রাখিয়া 15 মিনিটের জন্ত উত্তাপ দাও।	Cu_2O অধঃক্ষিপ্ত হইবে না।
(iv) কয়েক ফোঁটা অ্যাসিটোন জলে মিশাইয়া তাহাতে ডেনিগের বিকারক (Denige's reagent) যোগ কর। তারপর জল-গাহের ফুটন্ত জলে বসাইয়া উত্তপ্ত কর।	কিছুক্ষণ পরেই সাদা ভারী অধঃক্ষেপ পড়িবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) কয়েক ফোঁটা $HgCl_2$ দ্রবণে NaOH দ্রবণ যোগ কর।	HgO-এর অধঃক্ষেপ পড়িবে।
উহাতে কয়েক ফোঁটা যৌগটি যোগ কর।	HgO দ্রবীভূত হইয়া যাইবে।
দ্রবণটি লঘু HCl দ্রবণ দিয়া আম্লিক কর। $SnCl_2$ দ্রবণের কয়েক ফোঁটা উহাতে যোগ কর।	ধূসর বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(vi) 1 মি. লি. যৌগ লইয়া তাহাতে 10 মি. লি. KI-এ আয়োডিনের দ্রবণ যোগ কর। আস্তে আস্তে NaOH দ্রবণ উহাতে মিশাও যতক্ষণ না আয়োডিনের বর্ণ প্রায় চলিয়া গিয়াছে। মৃদু উত্তপ্ত কর ও ঠাণ্ডা কর।	আয়োডোফর্ম তৈরী হইবে।
NaOH দ্রবণের পরিবর্তে NH_4OH দ্রবণ ব্যবহার করিয়া দেখ।	আয়োডোফর্ম তৈরী হইবে।

বেনজালডিহাইড (Benzaldehyde)

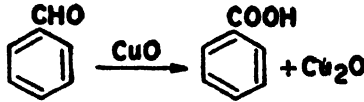
C_6H_5CHO

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন তৈলসদৃশ তরল। স্ফুটনাংক 179°C। আমান্ড তৈলের (Almond oil) গন্ধের ন্যায় ইহার গন্ধ। জলের চেয়ে কিঞ্চিৎ ভারী। জলে কম পরিমাণে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) 2,4-ডাই-নাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের সহিত বিক্রিয়া [পৃষ্ঠা ১৮১ পরীক্ষা (i)]	কমলালেবু রংয়ের ফিনাইল হাইড্রোজেনে অধঃক্ষেপ পড়ে।
(ii) টোলেনের বিকারকের সহিত বিক্রিয়া [পৃষ্ঠা ১৮১ পরীক্ষা (ii)]	সিলভারের আয়না তৈরী হয়।

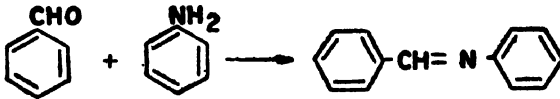
$$C_6H_5CHO + Ag_2O \quad C_6H_5COOH + 2Ag$$

পরীক্ষা — **পর্যবেক্ষণ**

(iii) ফেহ্‌লিংয়ের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া (পৃষ্ঠা ১৮১ পরীক্ষা iii)

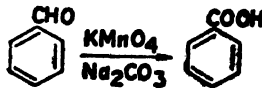
খুব ধীরে ধীরে লাল Cu_2O এর অধঃক্ষেপ পড়ে।

$$C_6H_5CHO \xrightarrow{CuO} C_6H_5COOH + Cu_2O$$

(iv) যৌগের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহাতে অ্যানিলিনের কয়েক ফোঁটা মিশাও ও উত্তপ্ত কর।

বেনজাল অ্যানিলিনের অধঃক্ষেপ পড়ে।

$$C_6H_5CHO + C_6H_5NH_2 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}N\text{-}C_6H_5$$

(v) একটি কনিক্যাল ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. বেনজালডিহাইড, 15 মি. লি. $KMnO_4$-এর সম্পৃক্ত দ্রবণ ও 1 গ্রাম Na_2CO_3 লও। তারপর একটি জল-গাহে বসাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া ফুটাও। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সাহায্যে আম্লিক কর। তারপর $NaHSO_3$ দ্রবণ মিশাইয়া MnO_2 দ্রবীভূত কর। তারপর ঠাণ্ডা কর।

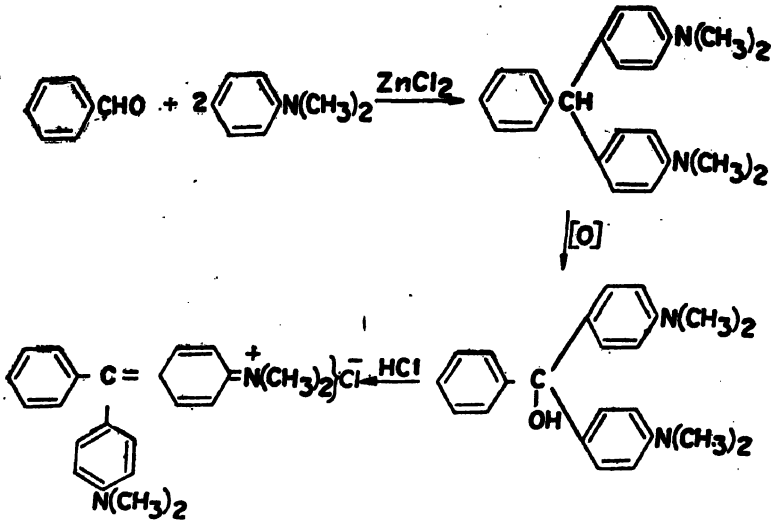
বেনজোয়িক অ্যাসিডের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

$$C_6H_5CHO \xrightarrow[Na_2CO_3]{KMnO_4} C_6H_5COOH$$

(vi) তরলের 1 মি. লি. লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. ডাই-মিথাইল অ্যানিলিন যোগ কর। সামান্ত গলিত জিঙ্ক ক্লোরাইড দাও। তারপর উত্তপ্ত কর ও ঠাণ্ডা কর। সামান্ত একটু PbO_2, 1 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল ও দুই ফোঁটা গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উহাতে দাও এবং উত্তপ্ত কর।

গাঢ় সবুজ রং হইবে।

$$C_6H_5CHO + 2\,C_6H_5N(CH_3)_2 \xrightarrow{ZnCl_2} C_6H_5CH[C_6H_4N(CH_3)_2]_2$$

$$C_6H_5CH[C_6H_4N(CH_3)_2]_2 \xrightarrow{[O]} C_6H_5C(OH)[C_6H_4N(CH_3)_2]_2$$

$$C_6H_5C(OH)[C_6H_4N(CH_3)_2]_2 \xrightarrow{HCl} C_6H_5C[C_6H_4N(CH_3)_2]{=}C_6H_4{=}\overset{+}{N}(CH_3)_2\,\overset{-}{Cl}$$

উক্ত বিক্রিয়ায় ম্যালাকাইট গ্রীন (Malachite green) তৈরী হইবে।

প্রশম দ্রবণ তৈরী করা

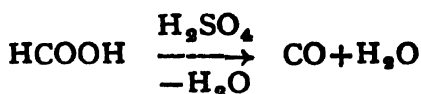
(a) অ্যাসিডের প্রশম দ্রবণ : একটি টেষ্টটিউবে 1 গ্রাম অ্যাসিড লইয়া তাহাতে NaOH দ্রবণ যোগ করিতে থাক। যতক্ষণ না দ্রবণ ক্ষারীয় হয়। তারপর লঘু HNO_3 যোগ করিয়া দ্রবণটিকে আম্লিক কর। এইবার উহতে NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া দ্রবণ ক্ষারীয় কর। উহাতে কয়েক টুকরা পোর্সেলিনের কুচি যোগ করিয়া ফুটাও যতক্ষণ না অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দূরীভূত হয়। ঠাণ্ডা কর। অ্যাসিডের প্রশম দ্রবণ তৈরী হইল।

(b) প্রশম ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ তৈরী করা : $FeCl_3$ দ্রবণের মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা Na_2CO_3 দ্রবণ যোগ কর যতক্ষণ না সামান্ত স্থায়ী ফেরিক হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে। ফিল্টার করিয়া লও। এই পরিস্রুৎ ফেরিক ক্লোরাইডের প্রশম দ্রবণ।

ফরমিক অ্যাসিড (Formic Acid) H.COOH

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল। স্ফুটনাংক 100°C। জলে দ্রবণীয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) জলে কয়েক ফোঁটা দ্রবীভূত করিয়া নীল লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা কর।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) তরলের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহাতে $NaHCO_3$ এর সম্পৃক্ত দ্রবণ 5 মি. লি. মিশাও।	বুদবুদাকারে CO_2 বাহির হইবে।
(iii) 1 মি. লি. তরল একটি টেষ্ট-টিউবে লইয়া 2 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর ও উত্তাপ দাও।	CO বাহির হইবে।
টেষ্টটিউবের মুখে আগুন ধরাইয়া দাও।	CO জ্বলিতে থাকিবে ও হাল্‌কা নীলবর্ণ দেখা যাইবে।

$$HCOOH \xrightarrow[-H_2O]{H_2SO_4} CO+H_2O$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) 2 মি. লি. তরলের প্রশম দ্রবণ লইয়া তাহাতে 2 মি. লি. $FeCl_3$ এর প্রশম দ্রবণ যোগ কর।	গাঢ় লালবর্ণ হইবে।
মিশ্রণটিকে এক মিনিট ফুটাও।	বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
লঘু HCl যোগ কর।	অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যাইবে।
(v) 1 মি. লি. যৌগ লইয়া উহাতে 5 মি. লি. $HgCl_2$ দ্রবণ যোগ কর। তারপর গরম কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে ও উহা লঘু HCl এ দ্রাব্য নয়।

$$HCOOH+HgCl_2 \longrightarrow Hg_2Cl_2+HCl+CO_2+CO$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vi) 1 মি. লি. অ্যাসিড লইয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা লঘু H_2SO_4 যোগ কর। ফোঁটা ফোঁটা লঘু $KMnO_4$ দ্রবণ উহাতে দাও।	পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের বর্ণ চলিয়া যাইবে

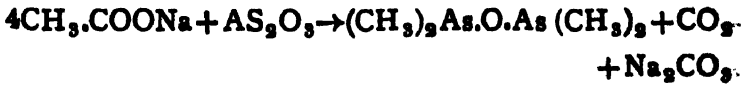
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vii) 2 মি. লি. যৌগ লইয়া তাহাতে টোলেনের বিকারক (Tollen's reagent) 5 মি. লি. যোগ কর। তারপর জল-গাহে রাখিয়া উত্তপ্ত কর।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে বা ধূসর বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

অ্যাসেটিক অ্যাসিড (Acetic acid) $H_3C.COOH$

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল। ঝাঁঝালো গন্ধ আছে। স্ফুটনাংক 118°C। জলে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) নীল লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা i)	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের সম্পৃক্ত দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা ii)	কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস বুদবুদাকারে বাহির হইবে।
(iii) গাঢ় H_2SO_4 দিয়া পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা iii)	CO বাহির হইবে না।
(iv) ফেরিক ক্লোরাইডের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা iv)।	গাঢ় লালবর্ণ হইবে।
ফুটাইলে	বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
লঘু HCl যোগ করিলে	অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইবে।
(v) $HgCl_2$-এর সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা v)।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে না।
(vi) অ্যাসিডযুক্ত পটাসিয়াম পার-ম্যাঙ্গানেটের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা vi)	পারম্যাঙ্গানেটের বর্ণ চলিয়া যাইবে না।
(vii) টোলেনের বিকারকের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৬, পরীক্ষা vii)	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে না।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(viii) ক্যাকোডাইল অক্সাইড পরীক্ষা : কঠিন অ্যাসিটেট 0·5 গ্রাম লইয়া তাহাতে আর্সেনাস অক্সাইড যোগ কর। তারপর উত্তাপ দাও। টেস্টটিউবের মুখে বুড়া আঙুল দিয়া তারপর বুড়া আঙুলে গন্ধ লও।	খুব বিষাক্ত ও তীব্র গন্ধযুক্ত ক্যাকোডাইল অক্সাইড তৈরী হইবে।

$$4CH_3.COONa + AS_2O_3 \rightarrow (CH_3)_2As.O.As(CH_3)_2 + CO_2 + Na_2CO_3$$

ক্যাকোডাইল অক্সাইড।

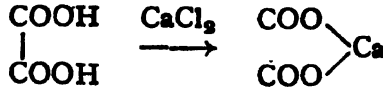
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ix) 1 মি. লি. তরলে 1 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল যোগ কর। কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 উহাতে দাও। জল-গাহে বসাইয়া গরম কর। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া বিকারে রাখা ঠাণ্ডা জলে ঢালিয়া দাও।	সুগন্ধ বাহির হইবে।

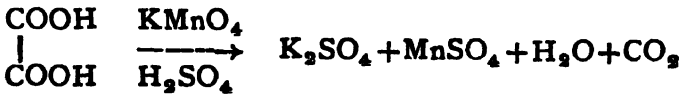
অক্সালিক অ্যাসিড (Oxalic Acidk) HOOC.COOH

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন কেলাসিত কঠিন। সোদক অ্যাসিডের গলনাংক 101°C। ইহার একটি অণুতে দুই অণু কেলাস-জল (Water of Crystallisation) থাকে। জলে দ্রাব্য। উত্তাপ করিলে প্রথমে কেলাস জল চলিয়া যায় ; তারপর ঊর্ধ্বপাতন হয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা i)	নীল লীটমাস পেপার লাল করে।
(ii) সোডিয়াম বাইকার্বনেটের সম্পৃক্ত দ্রবণের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা ii)	CO_2 বুদবুদাকারে বাহির হইবে।
(iii) গাঢ় H_2SO_4-এর সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iii)	CO ও CO_2 বাহির হইবে।
(iv) ফেরিক ক্লোরাইডের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা iv)	খুব হালকা হলুদ বর্ণ হয়।
(v) 2 মি. লি. প্রশম দ্রবণ লইয়া	ক্যালসিয়াম অক্সালেটের

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
তাহাতে 5 মি. লি. $CaCl_2$ দ্রবণ মিশাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে। উহা অ্যাসেটিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য কিন্তু লঘু HCl এ দ্রাব্য।

$$\begin{array}{c}COOH\\|\\COOH\end{array} \xrightarrow{CaCl_2} \begin{array}{c}COO\\ \\COO\end{array}\!\!>Ca$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vi) যৌগের জলীয় দ্রবণ 2 মি. লি. লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. ডেনিগের বিকারক (Denige's reagent) যোগ কর।	ঠাণ্ডা অবস্থায় সাদা অধঃক্ষেপে পড়িবে। ফুটাইলেও উহা দ্রবীভূত হয় না।
(vii) যৌগের প্রথম দ্রবণের 2 মি. লি. লইয়া উহাতে $AgNO_3$ দ্রবণ 5 মি. লি. যোগ কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে। উহা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে ও নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রাব্য।
(ix) যৌগের জলীয় দ্রবণের 2 মি. লি. লইয়া তাহাতে 2 মি. লি. লঘু H_2SO_4 মিশাও। মৃদু উত্তাপ দাও। তারপর তাহাতে $KMnO_4$ দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যোগ কর।	পারম্যাঙ্গানেটের বর্ণ চলিয়া যাইবে।

$$\begin{array}{c}COOH\\|\\COOH\end{array} \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O + CO_2$$

সাক্সিনিক অ্যাসিড (Succinic Acid) $HOOC.CH_2.CH_2.COOH$

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন কেলাসিত কঠিন। গলনাংক 185°C। জলে দ্রাব্য।

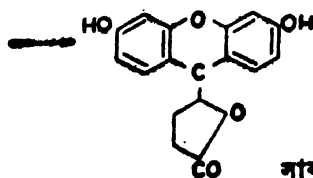
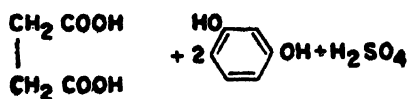
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা i)	নীল লিটমাস পেপার লাল করে।
(ii) সম্পৃক্ত সোডিয়াম বাইকার্বনেট দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা ii)	CO_2 বুদ্‌বুদাকারে বাহির হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) গাঢ় H_2SO_4 এর সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iii)	গরম করিলে গাঢ় H_2SO_4 এর যৌগ দ্রবীভূত হয় কিন্তু কার্বন অধঃক্ষিপ্ত হয় না। কিন্তু উচ্চতাপে সামান্য কার্বন অধঃক্ষিপ্ত হয়।
(iv) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা ii)	ঠাণ্ডা অবস্থায় ঈষৎ হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। উহা লঘু H_2SO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।
(v) 0·2 গ্রাম রেসরসিনল লইয়া তাহাতে 0·2 গ্রাম সাক্সিনিক অ্যাসিড যোগ কর। গাঢ় H_2SO_4 কয়েক ফোঁটা উহাতে দিয়া মিশ্রণটিকে ভিজাইয়া লও। তারপর উহাকে আস্তে আস্তে উত্তপ্ত করিয়া গলাইয়া লও। ঠাণ্ডা কর ও জল দিয়া উহা দ্রবীভূত করাইয়া লও। তারপর প্রচুর NaOH দ্রবণ উহাতে দাও।	একটি লাল দ্রবণ হইবে ও উহা গাঢ় সবুজ প্রতিপ্রভার সৃষ্টি করিবে।

$$\begin{matrix} CH_2\,COOH \\ | \\ CH_2\,COOH \end{matrix} + 2\,C_6H_4(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$$

সাকসিনাইল ফ্লোরেসসেন

সাইট্রিক অ্যাসিড (Citric Acid)

HOOC. CH_2. C(OH)COOH. CH_2. COOH

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন, কেলাসিত কঠিন। গলনাংক 100°C (সোদক হইলে)। জলে প্রভূত পরিমাণে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা i)।	নীল লিটমাস লাল হইবে
(ii) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা ii)।	CO_2 বুদ্বুদাকারে বাহির হইবে।
(iii) গাঢ় H_2SO_4-এর সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iii)।	CO ও CO_2 বাহির হইবে। মিশ্রণ হলুদ বর্ণের হইয়া যাইবে কার্বন অধঃক্ষিপ্ত হয় না।
(iv) টোলেনের বিকারকের সহিত পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৬ পরীক্ষা vii)।	সিলভারের আয়না তৈরী হয় না।
(v) ফেন্টনের পরীক্ষা (Fenton's Test)	
যৌগের একটি দ্রবণ লইয়া তাহাতে এক ফোঁটা সন্তপ্রস্তুত $FeSO_4$ দ্রবণ ও এক ফোঁটা H_2O_2 যোগ কর। এইবার উহাতে বেশী করিয়া NaOH দ্রবণ যোগ কর।	গাঢ় বেগুনী রং হইবে না।
(vi) প্রথম দ্রবণ 2-3 মি. লি. লইয়া তাহাতে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ 5 মি. লি. যোগ কর।	কোন অধঃক্ষেপ পড়িবে না।
উত্তপ্ত কর	অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(vii) যৌগের একটি জলীয় দ্রবণের 2-3 মি. লি. লইয়া তাহাতে $KMnO_4$ এর জলীয় দ্রবণ যোগ কর।	অ্যাসিটোন উৎপন্ন করিবে।
তাহাতে KI এ আয়োডিনের দ্রবণ যোগ কর ও ফোঁটা ফোঁটা NaOH দ্রবণ যোগ কর যতক্ষণ না আয়োডিনের বর্ণ প্রায় দূর হইয়া যায়। গরম কর ও ঠাণ্ডা কর।	আয়োডোফর্ম তৈরী হইবে।
(viii) 5 মি. লি. যৌগের দ্রবণে 1 মি. লি. ডেনিগের বিকারক (Denige's	$KMnO_4$ এর বর্ণ চলিয়া যাইবে এবং হঠাৎ ঘোলাটে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
reagent) যোগ কর। তারপর মিশ্রণ ফুটাও। উক্ত মিশ্রণ উত্তপ্ত থাকা অবস্থায় তাহাতে 2% $KMnO_4$ দ্রবণ কয়েক ফোঁটা দাও।	তাব পরিলক্ষিত হইবে।

টারটারিক অ্যাসিড (Tartaric Acid)

HOOC. CHOH. CHOH. COOH.

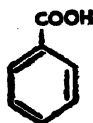
ভৌত ধর্ম: বর্ণহীন কেলাসিত কঠিন। জলে দ্রাব্য। ইহা চার প্রকারের হইতে পারে। সাধারণতঃ D(+)-টারটারিক অ্যাসিড বেশী পাওয়া যায়। ইহার গলনাংক 169°C।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস- পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা i)	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা ii)	CO_2 বুদ্‌বুদাকারে বাহির হইবে।
(iii) গাঢ় H_2SO_4-এর সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iii)	প্রচুর কার্বন অধঃক্ষিপ্ত হইবে ও CO, CO_2 ও SO_2 বাহির হইবে।
(iv) টোলেনের বিকারকের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৬ পরীক্ষা vii)	সিলভার আয়না তৈরী হইবে।
অথবা একটি টেষ্টটিউব ভাল করিয়া পরিষ্কার করিয়া তাহাতে টারটারিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণের 2-3 মি. লি. লইয়া তাহাতে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ কর।	সিলভার টারট্রেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।
সাদা অধঃক্ষেপে লঘু NH_4OH দ্রবণ যোগ কর যতক্ষণ না অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়। তারপর একটি ছোট $AgNO_3$-এর কেলাস যোগ কর এবং টেষ্টটিউবটি একটি ফুটন্ত জল-গাহে 10 মিনিট বসাইয়া রাখ।	একটি সুন্দর সিলভারের আয়না তৈরী হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) ফেন্‌টনের পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৯০ পরীক্ষা v)	গাঢ় বেগুনী বর্ণ হইবে এক ফোঁটা $FeCl_3$ দ্রবণ যোগ করিলে বেগুনী বর্ণ আরও গাঢ় হইবে।

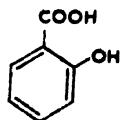
টারটারিক অ্যাসিড হইতে ডাই-হাইড্রক্সিফিউমারিক অ্যাসিডের ফেরিক লবণ তৈরী হয় বলিয়া এই বর্ণ দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vi) প্রশম দ্রবণ 2 মি. লি. লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ কর।	ক্যালসিয়াম টারট্রেটের অধঃক্ষেপ পড়িবে। প্রয়োজনে ঝাঁকাও বা টেষ্টটিউবের গায়ে কাঁচদণ্ড দিয়া ঘষ। লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড, অজৈব অ্যাসিড বা অতিরিক্ত প্রশম দ্রবণে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।
(vii) ভেনিগের বিকারকের সাহায্যে পরীক্ষা কর (পৃষ্ঠা ১৯০--১৯১ পরীক্ষা viii)	$KMnO_4$-এর বর্ণ চলিয়া যাইবে কিন্তু কোন ঘোলাটে ভাব পরিলক্ষিত হইবে না।

বেনজোয়িক অ্যাসিড (Benzoic Acid)

ভৌত ধর্ম : সূঁচাকৃতি কেলাসিত কঠিন। গলনাংক 121°C। ঠাণ্ডা জলে ঈষৎ দ্রাব্য, গরম জলে প্রভূত পরিমাণে দ্রাব্য 100°C উষ্ণতায় ঊর্ধ্বপাতন করে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা i)	নীল লিটমাস লাল করে।
(ii) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা ii)	CO_2 বুদ্‌বুদাকারে বাহির হইবে।

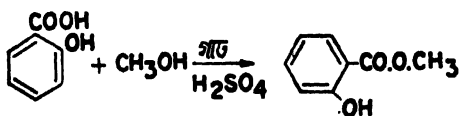
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) গাঢ় H_2SO_4 এর সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iii)	কার্বন অধঃক্ষিপ্ত হয় না।
(iv) $FeCl_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iv)	ঠাণ্ডা অবস্থায় ঈষৎ হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ। অধঃক্ষেপ লঘু H_2SO_4-এ দ্রবীভূত হয় কিন্তু সংগে সংগে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।
(v) 0·5 গ্রাম যৌগ লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 ও 3 মি. লি. ইথাইল অ্যালকোহল মিশাও। তারপর গরম কর। ঠাণ্ডা কর। একটি বিকারের জলে উহা ঢালিয়া দাও।	সুগন্ধ বাহির হইবে।

স্যালিসাইলিক অ্যাসিড (Salicylic Acid)

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন সূঁচাকৃতি কেলাসিত কঠিন। গলনাংক 155°C। ঠাণ্ডা জলে ঈষৎ দ্রাব্য, গরমজলে বেশী পরিমাণে দ্রাব্য। দ্রুত উত্তপ্ত করিলে ইহা ঊর্ধ্বপাতন দেয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা i)।	নীল লিটমাস পেপার লাল করে।
(ii) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা ii)।	CO_2 বুদ্‌বুদাকারে বাহির হইবে।
(iii) ফেরিক ক্লোরাইডের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iv)।	বেগুনী রং হইবে।
(iv) একটি টেষ্ট টিউবে সামান্য যৌগ লইয়া তাহাতে সোডা লাইম ভাল করিয়া মিশাইয়া লও। তারপর উত্তপ্ত কর। যে গ্যাস নির্গত হইবে তাহার গন্ধ লও।	ফেনলের তীব্র গন্ধ অনুভূতি হইবে।

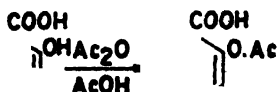
(v) থ্যালেইন তৈরী (Phthalein formation) :

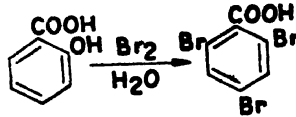
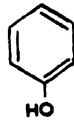
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
অ্যাসিডের কয়েকটি কেলাস লইয়া তাহাতে সম পরিমাণ থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড মিশাও। দুই তিন ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 তাহাতে দাও। তারপর মিশ্রণটি গলাইয়া লও। ঠাণ্ডা করিয়া জলে দ্রবীভূত কর। বেশী করিয়া NaOH দ্রবণ যোগ কর।	উজ্জ্বল লাল বর্ণ হইবে
(vi) 0·5 গ্রাম যৌগ লইয়া তাহাতে 3 মি.লি. মিথাইল অ্যালকোহল ও 1 মি.লি. গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর। গরম কর ও ঠাণ্ডা কর। একটি বিকারের জলে উহা ঢালিয়া দাও।	"উইণ্টারগ্রীনের তৈলে"র সুগন্ধ বাহির হইবে।

$$C_6H_4(OH)COOH + CH_3OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{গাঢ়}} C_6H_4(OH)CO.O.CH_3$$

মিথাইল স্যালিসাইলেট।

(vii) অ্যাসিটাইলেশন :

1 গ্রাম অ্যাসিড একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে 5 মি. লি অ্যাসেটিক অ্যাসিড —অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের মিশ্রণ যোগ কর। তাহাতে বায়ু-শীতক লাগাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া মৃদু ফুটাও। তারপর একটি বিকারের জলে উহা ঢালিয়া দাও।	অ্যাসপিরিন অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

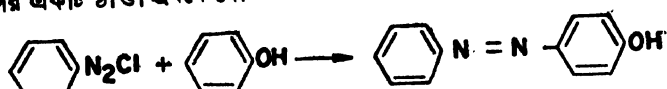
$$C_6H_4(OH)COOH \xrightarrow[AcOH]{Ac_2O} C_6H_4(O.Ac)COOH$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(viii) 0·2 গ্রাম স্যালিসাইলিক অ্যাসিড গরম জলে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যোগ কর।	2, 4, 6 ট্রাইব্রোমোফেনল অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

COOH, OH —Br_2 / H_2O→ Br, COOH, Br, Br

ফেনল (Phenol) HO

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন কেলাসিত কঠিন। গলনাংক 42°C। তীব্র গন্ধ আছে। জলে আংশিক দ্রাব্য। NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।

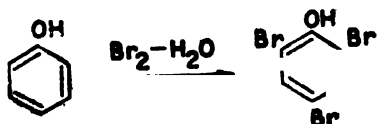
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা i)	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা ii)।	CO_2 বুদবুদাকারে বাহির হইবে না।
(iii) লিবারম্যান বিক্রিয়া (Liebermann Reaction) :	
যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে $NaNO_2$ এর কয়েকটি কেলাস যোগ কর। উত্তপ্ত করিয়া ঠাণ্ডা কর। উহাতে গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর।	গাঢ় সবুজ বর্ণের হইবে।
জলে উহার কয়েক ফোঁটা যোগ কর।	লাল বর্ণের হইবে।
বেশী করিয়া NaOH দ্রবণ যোগ কর।	গাঢ় সবুজ বর্ণ ফিরিয়া আসিবে।
(iv) ফেরিক ক্লোরাইডের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা iv)।	বেগুনী বর্ণের হইবে।

(v) অ্যাজো-রং প্রস্তুতি :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
1 মি. লি. গাঢ় HCl অ্যাসিডে দুই তিন ফোঁটা অ্যানিলিন দ্রবীভূত কর। তাহাতে 1 মি. লি. জল যোগ কর। নাড়িয়া দাও ও ঠাণ্ডা কর। কয়েক ফোঁটা $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর। উক্ত দ্রবণ NaOH দ্রবণে তৈরী ফেনলের একটি ঠাণ্ডা দ্রবণে যোগ কর।	অ্যাজো-রং তৈরী হইবে।

$$C_6H_5N_2Cl + C_6H_5OH \longrightarrow C_6H_5N=N-C_6H_4OH$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vi) ফেনলের একটি গাঢ় দ্রবণ জলে তৈরী করিয়া তাহাতে ব্রোমিন-জল যোগ কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

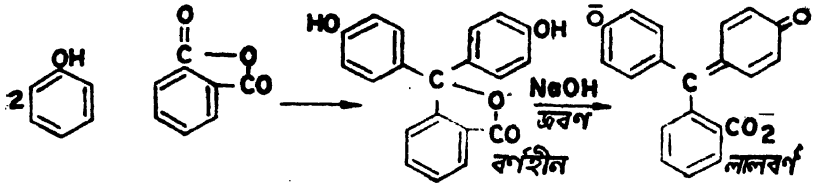
$$C_6H_5OH \xrightarrow{Br_2-H_2O} C_6H_2Br_3OH$$

(vii) ক্লোরোফর্ম-ক্ষার বিক্রিয়া :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
যৌগের সামান্য একটু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে 1 মি. লি. ক্লোরোফর্ম যোগ কর। তারপর মৃদু উত্তপ্ত কর।	জলীয় স্তরের রং পরিবর্তন হইবে না।

(viii) ফেনলফ্‌থ্যালেইন প্রস্তুতি :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
যৌগের কয়েকটি কেলাস লইয়া তাহার সহিত সমপরিমাণ থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইড মিশ্রিত কর। দুই তিন ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 দিয়া উহা ভিজাইয়া লও। উত্তপ্ত করিয়া গলাইয়া লও। ঠাণ্ডা কর। জল যোগ কর। বেশী করিয়া NaOH দ্রবণ যোগ কর।	লাল বর্ণ হইবে।

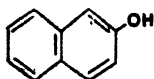
$$2\,C_6H_5OH + C_6H_4(CO)_2O \longrightarrow \text{(HO-}C_6H_4)_2C\text{-O-CO-}C_6H_4 \xrightarrow[\text{দ্রবণ}]{NaOH} \text{লালবর্ণ}$$

বর্ণহীন   লালবর্ণ

রেসরসিনল (Resorcinal)

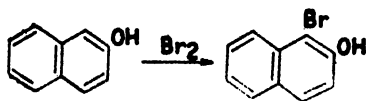
ভৌত ধর্ম : সাদা কেলাস কিন্তু সূর্যালোকে ধীরে ধীরে গোলাপী বর্ণের হয়। জলে দ্রাব্য। গলনাংক 110·7°C।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) লিটমাস পেপারের সাহায্যে পরীক্ষা (পরীক্ষা ১৮৫ পৃষ্ঠা i)।	নীল লিটমাস পেপার লাল হইবে।
(ii) সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা (পরীক্ষা ১৮৫ পৃষ্ঠা ii)	CO_2 বাহির হইবে না।
(iii) ফেরিক ক্লোরাইডের সাহায্যে পরীক্ষা (পৃষ্ঠা ১৮৫, পরীক্ষা iv)।	বেগুনী বর্ণ হইবে।
(iv) লিবারম্যান বিক্রিয়া : (পৃষ্ঠা ১৯৫, পরীক্ষা iii)	প্রথমে গাঢ় নীল বর্ণের হইবে। তারপর লাল ও শেষে বাদামী লাল বর্ণ ধারণ করিবে।
(v) একটি টেষ্টটিউবে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ 5 মি. লি. লইয়া তাহাতে সামান্য রেসরসিনল যোগ কর। তারপর জল-গাহে বসাইয়া উত্তপ্ত কর।	সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ বিজারিত হইবে।
(vi) টেষ্ট-টিউবে ফেহ্লিং দ্রবণ 5 মি. লি. লইয়া তাহাতে সামান্য রেসরসিনল যোগ কর ও জল-গাহে বসাইয়া উত্তাপ দাও।	ফেহ্লিং দ্রবণ বিজারিত হইবে।
(vii) থ্যালেইন (ফ্লোরেস্‌সেন) প্রস্তুতি : (পৃষ্ঠা ১৯৬ পরীক্ষা viii)।	কমলালেবুর বর্ণ ধারণ করিবে ও সবুজ প্রতিপ্রভার সৃষ্টি করিবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(viii) ক্লোরোফর্ম ক্ষার বিক্রিয়া : (পৃষ্ঠা ১৭৬ পরীক্ষা vii)।	জলীয় স্তর লালবর্ণের হইবে ও প্রতিপ্রভার সৃষ্টি করবে।

β-ন্যাপথল (β Naphthol)

ভৌত ধর্ম : সাদা কেলাসিত কঠিন। গলনাংক 122°C। জলে ঈষৎ দ্রাব্য। ইহার ফেনলের ন্যায় গন্ধ আছে। উত্তপ্ত করিলে উর্ধ্বপাতন হয়।

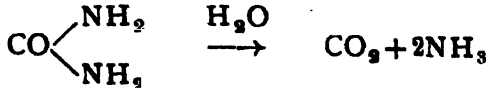
(i) $FeCl_3$ দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া : (পৃষ্ঠা ১৮৫ পরীক্ষা iv)।	রংয়ের কোন পরিবর্তন হয় না।
(ii) যুগ্মণ ক্রিয়া (Coupling Reaction) : (পরীক্ষা ১৭৬ পৃষ্ঠা v)।	লাল রং প্রস্তুত হইবে।
(iii) NaOH দ্রবণে যৌগের সামান্য একটু দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে সামান্য ক্লোরোফর্ম মিশাইয়া 50°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত কর।	নীলবর্ণ হইবে।
(iv) সোডিয়াম হাইপোব্রোমাইট দ্রবণে যৌগের সামান্য একটু লইয়া ঝাঁকাও।	হলুদ বর্ণ ধারণ করিবে।
(v) যৌগের সামান্য একটু অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে ব্রোমিনের দ্রবণ (অ্যাসেটিক অ্যাসিডে) যোগ কর।	ব্রোমো-ন্যাপথলের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

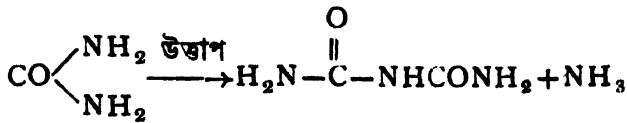
OH —Br_2→ Br, OH

1-ব্রোমো-2-ন্যাপথল

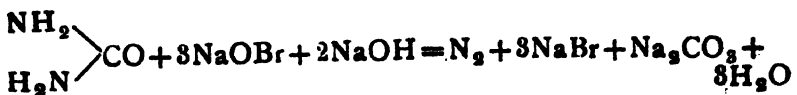
ইউরিয়া (Urea) $H_2N.CO.NH_2$

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন সাদা কেলাস। জলে দ্রাব্য। লবণাক্ত স্বাদ। গলনাঙ্ক 132°C।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) টেষ্ট-টিউবে সামান্য যৌগ লইয়া উহাতে NaOH দ্রবণ যোগ করিয়া ফুটাও।	অ্যামোনিয়ার গন্ধ পাওয়া যাইবে।

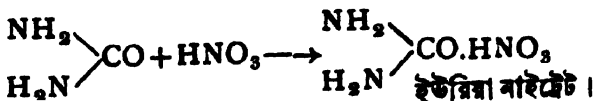
$$CO\begin{matrix}\diagup NH_2\\ \diagdown NH_2\end{matrix} \xrightarrow{H_2O} CO_2 + 2NH_3$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(ii) বাইইউরেট প্রস্তুতি ও বাইইউরেট বিক্রিয়া: একটি ছোট টেষ্ট-টিউব লইয়া তাহাতে যৌগ একটু লইয়া মৃদু উত্তপ্ত কর। উহা গলিয়া যাইবে। ঠাণ্ডা কর; শক্ত হইয়া যাইবে। সামান্য NaOH দ্রবণ উহা মিশাইয়া উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে লঘু $CuSO_4$ দ্রবণের এক ফোঁটা যোগ কর।	অ্যামোনিয়ার গন্ধ বাহির হইবে। গোলাপী বর্ণের হইবে।

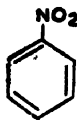
$$CO\begin{matrix}\diagup NH_2\\ \diagdown NH_2\end{matrix} \xrightarrow{\text{উত্তাপ}} H_2N-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-NHCONH_2 + NH_3$$

বাইইউরেট বিক্রিয়া শুধু ইউরিয়া দেয় না; যে সব যৌগে $-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-NH-$ মূলক থাকে তাহারাও এই বিক্রিয়া দেয়।

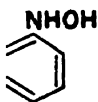
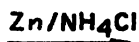
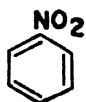
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iii) যৌগটি জলে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে ব্রোমিন জল ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ কর।	নাইট্রোজেন গ্যাস বাহির হইতে থাকিবে।

$$\begin{matrix}NH_2\diagdown\\ H_2N\diagup\end{matrix}CO + 3NaOBr + 2NaOH = N_2 + 3NaBr + Na_2CO_3 + 3H_2O$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) যৌগটির একটি গাঢ় জলীয় দ্রবণ লইয়া তাহাতে গাঢ় HNO_3 যোগ কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

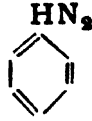
$$\begin{matrix}NH_2\diagdown\\ H_2N\diagup\end{matrix}CO + HNO_3 \longrightarrow \begin{matrix}NH_2\diagdown\\ H_2N\diagup\end{matrix}CO.HNO_3$$

ইউরিয়া নাইট্রেট।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) যৌগটি একটি গাঢ় দ্রবণ লইয়া তাহাতে অক্সালিক অ্যাসিডের দ্রবণ যোগ কর।	ইউরিয়া অক্সালেটের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

নাইট্রোবেঞ্জিন (Nitrobenzene)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
ভৌত ধর্ম : ঈষৎ হলুদ বর্ণের তরল	জলে অদ্রাব্য। জল হইতে ভারী। স্ফুটনাঙ্ক 210°C।
(i) জারণ পরীক্ষা : (পরীক্ষা…i পৃষ্ঠা…১৪৬)।	অধঃক্ষেপের বর্ণ ধীরে ধীরে লাল-বাদামী বর্ণের হইবে।
(ii) আম্লিক মাধ্যমে বিজারণ : (পরীক্ষা…iii পৃষ্ঠা…১৪৬)।	অ্যানিলিন উৎপন্ন করিবে। উহা অ্যাজো-রং দিবে।
(iii) প্রশম মাধ্যমে বিজারণ : পরীক্ষা…iv পৃষ্ঠা…১৪৭)।	কাল বা ধূসর রংয়ের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

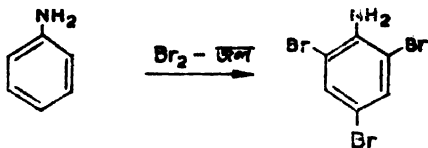
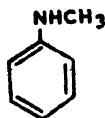
$$\text{NO}_2\ (\text{benzene}) \xrightarrow{Zn/NH_4Cl} \text{NHOH}\ (\text{benzene})$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) নাইট্রেশান : একটি টেষ্ট টিউবে 1 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 ও 1 মি. লি. গাঢ় HNO_3 লও। উহাদের ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা নাইট্রোবেঞ্জিন যোগ কর ও ঝাঁকাও। ফুটন্ত জল-গাহে বসাইয়া 30 মিনিট উত্তাপ দাও। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া ঠাণ্ডা জলে ঢালিয়া দাও।	ঈষৎ হলুদ বর্ণের মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন অধঃক্ষিপ্ত হইবে।
(v) ব্রোমো-উৎপন্ন প্রস্তুতি : টেষ্ট টিউবে নাইট্রোবেঞ্জিনের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহাতে সামান্ত $FeCl_3$ যোগ করিয়া ব্রোমিন যোগ কর।	মেটা-ব্রোমো নাইট্রোবেঞ্জি: তৈরী হইবে।

অ্যানিলিন (Aniline)

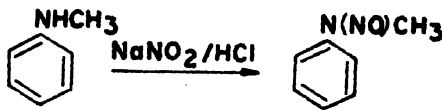
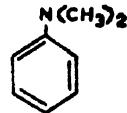
HN_2 (বেনজিন বলয়)

ভৌত ধর্ম : বিশুদ্ধ অবস্থায় ইহা বর্ণহীন তরল। জলে দ্রাব্য নয়। ইহার স্ফুটনাঙ্ক 183°C। অজৈব অ্যাসিডে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) কার্বিলঅ্যামাইন বিক্রিয়া : (পৃষ্ঠা···১৩৭ পরীক্ষা···i)।	(a) ফিনাইল আইসোসায়েনাইড তৈরী হইবে ও উহার অসহনীয় দুর্গন্ধ অনুভূত হইবে। (b) দুর্গন্ধ দূরীভূত হইবে।
(ii) কয়েক ফোঁটা অ্যানিলিন টেষ্ট টিউবে লইয়া তাহা লঘু HCl দিয়া দ্রবীভূত কর। বরফে ঠাণ্ডা কর। কয়েক ফোঁটা $NaNO_2$ দ্রবণ উহাতে যোগ কর। উক্ত দ্রবণ বিক্রিয়া সম্পন্ন করিবার জন্য বরফে কয়েক মিনিট রাখিয়া দাও ও তারপর অপর একটি টেষ্ট টিউবে ঠাণ্ডা ক্ষারীয় β-ন্যাপথল দ্রবণে উহা ঢালিয়া দাও।	লাল বর্ণের রং তৈরী হইবে।
(iii) অ্যাসিটাইলেশন : একটি বিকারে 50 মি. লি. জল লও। তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় HCl অ্যাসিড, 1 মি. লি. অ্যানিলিন ও 2 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড যোগ কর। তারপর উহাতে দ্রুত সোডিয়াম অ্যাসিটেটের সম্পৃক্ত দ্রবণ 5 মি. লি. মিশাও। তারপর ভাল করিয়া নাড়িয়া দাও। ঠাণ্ডা কর। ফিল্টার কর ও জল দিয়া ভাল করিয়া ধৌত কর।	অ্যাসিটেনিলাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) ব্রোমো-উৎপন্ন : কয়েক ফোঁটা অ্যানিলিন লইয়া তাহাতে ব্রোমিন-জল যোগ কর।	ট্রাই-ব্রোমো-অ্যানিলিনের অধঃক্ষেপ পড়িবে।

NH_2 (অ্যানিলিন) $\xrightarrow{Br_2 - \text{জল}}$ NH_2, Br, Br, Br (ট্রাই-ব্রোমো-অ্যানিলিন)

মিথাইল অ্যানিলিন (Methyl aniline)

ভৌত ধর্ম : বর্ণহীন অথবা লালচে বাদামী বর্ণের তৈল জাতীয় তরল। স্ফুটনাংক 193°C। অজৈব অ্যাসিডে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) কার্বিলঅ্যামাইন বিক্রিয়া : (পৃষ্ঠা ১৩৭ পরীক্ষা i)।	কোন দুর্গন্ধ বাহির হইবে না।
(ii) 1 মি. লি. মিথাইল অ্যানিলিন লইয়া তাহাতে 2 মি. লি. অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও এক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর। তারপর 5 মিনিট রাখিয়া দাও। 15 মি. লি. জল দাও। গাঢ় NH_4OH দ্রবণ যোগ করিয়া মিশ্রণটিকে ক্ষারীয় কর। ঠাণ্ডা কর ও নাড়িয়া দাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(iii) যৌগের কয়েক ফোঁটা লইয়া তাহা লঘু HCl অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। বরফে ঠাণ্ডা করিয়া উহাতে লঘু $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর।	হলুদ বর্ণের তরল উৎপন্ন হইবে।

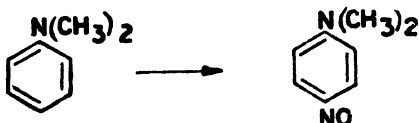
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
ইথার যোগ কর ও ঝাঁকাও। হলুদ বর্ণের তৈল সহ ইথার স্তর পৃথক কর। ইথার স্তরে NaOH দ্রবণ যোগ কর। আবার ঝাঁকাইয়া ইথার স্তর পৃথক কর। ইথার তাড়াইয়া দাও। হলুদ বর্ণের তরলের সহিত একটি ফেনলের কেলাস মিশাও। উত্তাপ দাও ও ঠাণ্ডা কর। তারপর উহাতে ৪-4 ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর।	গাঢ় সবুজ বর্ণ হইবে।
উহাতে জল ঢাল।	লাল বর্ণ হইবে।
NaOH দ্রবণ যোগ কর।	গাঢ় সবুজ বর্ণ আবার ফিরিয়া আসিবে।

ডাইমিথাইল অ্যানিলিন (Dimethly aniline)

ভৌত ধর্ম: সদ্য পাতিত হইলে বর্ণহীন নতুবা কিঞ্চিৎ কৃষ্ণবর্ণের হয় স্ফুটনাংক 193°C। অজৈব অ্যাসিডে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) কার্বিল আমাইন বিক্রিয়া (পৃষ্ঠা ১৩৭ পরীক্ষা i)	কোন দুর্গন্ধ বাহির হয় না।
(ii) অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও গাঢ় H_2SO_4 অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া (পৃষ্ঠা ২০২ পরীক্ষা ii)।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।
(iii) কয়েক ফোঁটা যৌগ লইয়া তাহাতে গাঢ় H_2SO_4 কয়েক ফোঁটা দাও। উহাকে জলে দ্রবীভূত কর। তারপর পটাসিয়াম ফেরোসায়েনাইড দ্রবণ যোগ কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

সাদা অধঃক্ষেপটি ডাইমিথাইল অ্যানিলিন ফেরোসায়েনাইড।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(iv) যৌগের কয়েক ফোঁটা লঘু HCl অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। বরফে ঠাণ্ডা করিয়া $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর। উহাতে NaOH দ্রবণ ও ইথার যোগ কর ও ঝাঁকাও।	সবুজ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
ইথার স্তর পৃথক করিয়া ইথার তাড়াইয়া দাও।	সবুজ যৌগ পাওয়া যাইবে।

ডাইমিথাইল অ্যানিলিন সোডিয়াম নাইট্রাইট ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় প্যারা-নাইট্রোসোডামিথাইল অ্যানিলিন উৎপন্ন করে।

$$C_6H_5N(CH_3)_2 \longrightarrow p\text{-}ON\text{-}C_6H_4N(CH_3)_2$$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(v) মিথাইল অরেঞ্জ প্রস্তুতি: সামান্য একটু সালফানিলিক অ্যাসিড লইয়া তাহা Na_2CO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত কর। বরফে ঠাণ্ডা করিয়া তাহাতে দুই-তিন ফোঁটা $NaNO_2$ দ্রবণ যোগ কর। 1 মি. লি. লঘু HCl উহাতে দাও ও ঝাঁকাও। তারপর দুই তিন মিনিট রাখিয়া দাও। উক্ত দ্রবণে ডাইমিথাইল আনিলিনের দুই ফোঁটা লঘু HCl অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া ও ঠাণ্ডা করিয়া যোগ কর। ঝাঁকাও ও NaOH দ্রবণ দিয়া ক্ষারীয় কর।	গাঢ় কমলা-লেবুর রং বা অধঃক্ষেপ পড়িবে।

দ্রাক্ষা শর্করা (Glucose) $OHC.(CHOH)_4.CH_2OH$

ভৌত ধর্ম: বর্ণহীন কেলাসিত কঠিন। জলে দ্রাব্য। গলনাংক 146°C।

(i) মলিসের বিক্রিয়া (Molisch's দুইটি স্তরের সংযোগস্থলে

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
Test) : গ্লুকোজের কয়েকটি কেলাস লইয়া তাহা জলে দ্রবীভূত কর। উহাতে অ্যালকোহলে α-ন্যাপথলের 1% দ্রবণের দুই তিন ফোঁটা যোগ কর তারপর ধীরে ধীরে টেষ্টটিউবের গায়ে 2 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 ঢালিয়া দাও। H_2SO_4 মিশ্রণের নিচে আলাদা স্তর গঠন করিবে।	গাঢ় বেগুনী রং হইবে
(ii) 0·5 গ্রাম যৌগ একটি শুষ্ক টেষ্টটিউবে লইয়া তাহাতে 2 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর।	ঠাণ্ডা অবস্থায় কাল হইয়া যায় কিন্তু কার্বন অধঃক্ষেপ পড়ে না।
(iii) একটি টেষ্টটিউবে সামান্য একটু যৌগ লইয়া তাহাতে 10% NaOH দ্রবণের 5 মি. লি. যোগ কর। তারপর ফুটাও।	প্রথমে মিশ্রণ হলুদ বর্ণের ও তৎপর বাদামী বর্ণের হইবে।
(iv) যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে টোলেনের বিকারক যোগ কর। তারপর জলগাহে রাখিয়া উত্তপ্ত কর।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে।
(v) যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে ফেহ্‌লিং দ্রবণ যোগ কর। একটি জল-গাহে বসাইয়া 15 মিনিট ধরিয়া উত্তপ্ত কর।	Cu_2O অধঃক্ষিপ্ত হইবে।
(vi) দ্রুত ফারফিউরাল (Furfural) প্রস্তুতি পরীক্ষা : যৌগের লঘু দ্রবণের 1 মি. লি. লইয়া তাহাতে α-ন্যাপথলের 1% অ্যালকোহলীয় দ্রবণের 1 মি. লি. যোগ কর। 3 মি. লি. গাঢ় HCl অ্যাসিড উহাতে দাও। তারপর 3-4 মিনিটের জন্য ফুটাও।	বেগুনী বর্ণের হইবে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(vii) ওসাজোন প্রস্তুতি: যৌগের 1% দ্রবণের 10 মি. লি. এর সহিত ফিনাইল হাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইডের সামান্য একটু ও সোডিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণের সামান্য একটু যোগ কর। কয়েক ফোঁটা গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড উহাতে দাও। মৃদু উত্তাপ দিয়া ফিল্টার কর। পরিস্রুত দ্রবণ একটি জল-গাহে বসাইয়া 15 মিনিটের জন্য ফুটাও।	গ্লুকোসাজোন তৈরী হইবে উহা উষ্ণ জলে অদ্রাব্য।

দুগ্ধ শর্করা (Lactose) $C_{12}H_{22}O_{11}$

ভৌত ধর্ম: কেলাসিত কঠিন। জলে দ্রাব্য গলনাঙ্ক 203·5°C; উক্ত উষ্ণতায় ইহা বিয়োজিত হয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) α-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা i পৃষ্ঠা ২০৪)।	দুইটি স্তরের সংযোগ স্থলে গাঢ় বেগুনী রং হইবে।
(ii) গাঢ় H_2SO_4 অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা ii পৃষ্ঠা ২০৫)।	ঠাণ্ডা অবস্থায় ধীরে ধীরে কালো হইয়া যায়। কার্বন অধঃক্ষিপ্ত হয় না।
(iii) NaOH দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা iii পৃষ্ঠা ২০৫)।	প্রথমে মিশ্রণ হলুদ বর্ণের ও তৎপর বাদামী বর্ণের হইবে।
(iv) টোলেনের বিকারকের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা iv পৃষ্ঠা ২০৫)।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে।
(v) ফেহলিংয়ের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা v পৃষ্ঠা ২০৫)।	কিউপ্রাস অক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হইবে।
(vi) দ্রুত ফারফিউরাল প্রস্তুতি পরীক্ষা (পরীক্ষা vi পৃষ্ঠা ২০৫)।	1 মিনিটকাল ফুটাইলেই মিশ্রণ বেগুনী বর্ণের হয়।
(vii) ওসাজোন প্রস্তুতি: (পরীক্ষা vii পৃষ্ঠা ২০৬)।	ল্যাকটোসাজোন তৈরী হইবে। উষ্ণ অবস্থায় জলে দ্রাব্য কিন্তু ঠাণ্ডা অবস্থায় অদ্রাব্য।

ইক্ষু শর্করা (Cane Sugar) $C_{12}H_{22}O_{11}$

ভৌত ধর্ম : কেলাসিত কঠিন। জলে দ্রাব্য। গলনাঙ্ক 180°C।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(i) ∝-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা i পৃষ্ঠা ২০৪)।	দুইটি স্তরের সংযোগস্থলে গাঢ় বেগুনী রং হইবে।
(ii) গাঢ় H_2SO_4 অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা ii পৃষ্ঠা ২০৫)।	ঠাণ্ডা অবস্থায় প্রথমে কাল হইয়া যায়; তারপর কার্বনের অধঃক্ষেপ পড়ে।
(iii) NaOH দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা iii পৃষ্ঠা ২০৫)।	প্রথমে মিশ্রণ হলুদ বর্ণের ও তৎপর বাদামী বর্ণের হইবে।
(iv) টোলেনের বিকারকের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা iv পৃষ্ঠা ২০৫)।	সিলভারের আয়না অধঃক্ষেপ পড়ে না।
(v) ফেহ্‌লিং বিকারকের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা v পৃষ্ঠা ২০৫)।	Cu_2O অধঃক্ষেপ পড়ে না।
(vi) দ্রুত ফারফিউরাল পরীক্ষা (পরীক্ষা vi পৃষ্ঠা ২০৬)।	দ্রবণ বেগুনী বর্ণের হইবে না।
(vii) আর্দ্র-বিশ্লেষণপূর্বক টোলেনের বিকারকের সাহায্যে পরীক্ষা : সামান্য একটু যৌগ একটি টেষ্টটিউবে লইয়া তাহা পাতিত জলে দ্রবীভূত কর। উহাতে 2 মি. লি. লঘু H_2SO_4 দ্রবণ যোগ করিয়া জল-গাহে বসাইয়া উত্তপ্ত কর। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া অতিরিক্ত অ্যাসিড NH_4OH দ্রবণের সাহায্যে প্রশমিত কর। তারপর তাহাতে টোলেনের বিকারক যোগ করিয়া ফুটন্ত জল-গাহে রাখিয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর।	সিলভারের আয়না তৈরী হইবে।
(viii) আর্দ্র-বিশ্লেষণপূর্বক ফেলিংস বিকারকের সাহায্যে পরীক্ষা : পরীক্ষা viiএর ন্যায় যৌগটিকে আর্দ্র-	Cu_2O-এর লাল অধঃক্ষেপ

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
বিশ্লেষণ করিয়া তৎপর ফেলিংস বিকারক যোগ কর এবং ফুটন্ত জল-গাহে টেস্টটিউব রাখিয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর।	টেস্টটিউবের তলায় জমা হইবে।

শ্বেতসার (Starch) $(C_6H_{10}O_5)_n$

ভৌত ধর্ম : অনিয়তকার যৌগ, ঠাণ্ডা জলে অদ্রাব্য। ইহা গলে না।

(i) α-ন্যাপথলের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা i পৃষ্ঠা ২০৪)।	দুইটি স্তরের সংযোগস্থলে গাঢ় বেগুণী রং হইবে।
(ii) গাঢ় H_2SO_4 এর সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা ii পৃষ্ঠা ২০৫)	ঠাণ্ডা অবস্থায় ধীরে ধীরে কালো হইবে উত্তপ্ত। করিলে কার্বনের অধঃক্ষেপ পড়িবে।
(iii) NaOH দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা iii পৃষ্ঠা ২০৫)।	প্রথমে মিশ্রণ হলুদ বর্ণের ও তৎপর বাদামী বর্ণের হইবে।
(iv) টোলেনের বিকারকের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা iv পৃষ্ঠা ২০৫)।	বিক্রিয়া করিবে না।
(v) ফেহ্‌লিং বিকারকের সহিত বিক্রিয়া (পরীক্ষা v পৃষ্ঠা, ২০৫)।	বিক্রিয়া করিবে না।
(vi) ওসাজোন প্রস্তুতি : (পরীক্ষা vii পৃষ্ঠা ২০৬)।	ওসাজোন প্রস্তুত করে না।
(vii) যৌগের সামান্য একটু লইয়া তাহাতে গরম জল যোগ করিয়া দ্রবীভূত করিয়া লও। তারপর তাহাতে লঘু আয়োডিন দ্রবণের কয়েক ফোঁটা যোগ কর।	দ্রবণের বর্ণ গাঢ় নীল বর্ণের হইয়া যাইবে।
(viii) আর্দ্রবিশ্লেষণ পূর্বক ওসাজোন প্রস্তুতি :	
(a) 15 মি. লি. যৌগের দ্রবণ লইয়া তাহাতে 1 মি. লি. গাঢ় HCl যোগ কর। তারপর জল-গাহে রাখিয়া 20 মিনিট উত্তপ্ত কর। তারপর উহার 1 মি. লি. লইয়া তাহাতে দুই তিন ফোঁটা লঘু আয়োডিন দ্রবণ যোগ কর।	নীল বর্ণ পাওয়া যাইবে না।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ
(b) বাকী দ্রবণটুকু লইয়া তাহাতে NaOH দ্রবণ যোগ করিয়া প্রশমিত কর ও তারপর পূর্বের ন্যায় ওসাজোন প্রস্তুতির জন্য বিকারক যোগ কর।	ওসাজোন তৈরী হইবে উহা গরম জলে অদ্রাব্য।
(ix) আর্দ্র-বিশ্লেষণ পূর্বক ফেলিংস বিকারকের সাহায্যে পরীক্ষা: পৃষ্ঠা ২০৭ পরীক্ষা (vii)এর ন্যায় যৌগটির আর্দ্র বিশ্লেষণ করিয়া ও অতিরিক্ত অ্যাসিড NH_4OH দ্রবণের সাহায্যে প্রশমিত করিয়া তারপর তাহাতে ফেলিংস বিকারক যোগ কর এবং ফুটন্ত জল-গাহে টেষ্টটিব রাখিয়া 15 মিনিট উত্তপ্ত কর।	Cu_2O এর লাল অধঃক্ষেপ পড়িবে।

ষষ্ঠ অধ্যায়

এই অধ্যায়ে কতকগুলি যৌগের গলনাঙ্কসহ প্রয়োজনীয় উৎপন্ন লিপিবদ্ধ হইবে।

ফেনল জাতীয় যৌগ (Phenols) :

28°C **গুয়াইকল** (Guaicol) $H_3CO.C_6H_4.OH$ (1,2)
অ্যালকোহল দ্রবণ $FeCl_3$ এর সহিত সবুজ-নীল রং দেয়। বেঞ্জিন সালফোনেট গল 51°। বেনজোয়েট গল 57°। প্যারা-টলুইন-সালফোনেট গল 85°। কার্বানিলেট গল 136°।

31°C **অর্থো-ক্রিশল** (o-Cresol) $H_3C.C_6H_4.OH$ (1,2)
ডাইব্রোমো উৎপন্ন গল 56°। বেঞ্জিন সালফোনেট গল 39°। প্যারা-টলুইন সালফোনেট গল 53°। কার্বানিলেট (Carbanilate) গল 145°। পিক্রেট (Picrate) গল 88°।

35°C **প্যারা-ক্রিশল** (p-Cresol) $H_3C.C_6H_4.OH$ (1,4)
টেট্রাব্রোমো উৎপন্ন (tetrabromo derivative) গল 108°d। বেনজোয়েট (Benzoate) গল 71°। বেঞ্জিন সালফোনেট গল 43°। প্যারা-টলুইন সালফোনেট গল 69°। কার্বানিলেট গল 114°।

42°C **ফেনল** C_6H_5OH
ট্রাইব্রোমোফেনল (ব্রোমিন জলের সহিত) গল 96°। বেনজোয়েট গল 68°। বেঞ্জিন সালফোনেট গল 35°। প্যারা-টলুইন সালফোনেট গল 95°। পিক্রেট গল 83°। কার্বানিলেট গল 126°।

50°C **থাইমল** (Thymol) $(CH_3)_2CH.C_6H_3(CH_3)OH$(1,4,2)
ট্রাইনাইট্রো উৎপন্ন গল 109°। ব্রোমোথাইমল (অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ব্রোমিনের দ্রবণের সহিত) গল 55°। বেনজোয়েট গল 32°। বেঞ্জিন সালফোনেট গল 55°। কালর্বানিলেট গল 107°।

94°C **α-ন্যাপথল** (α-Naphthal) $C_{10}H_7.OH$(1)
অ্যাসিটেট গল 46°। 2,4-ডাইনাইট্রো-উৎপন্ন গল 138°। বেন-জোয়েট গল 56°। কার্বানিলেট গল 178°। পিক্রেট গল 189°

গলনাঙ্ক

104°C **ক্যাটেচল** (Catechol) $C_6H_4(OH)_2(1:2)$
টেট্রাব্রোমো উৎপন্ন (CCl_4 এ ব্রোমিনের দ্রবণের সহিত) গল 192°। ডাই-অ্যাসিটেট গল 63°। ডাইবেনজোয়েট গল 84°। কার্বানিলেট গল 165°।

110·7°C **রেসরসিনল** $C_6H_4(OH)_2(1:3)$
ট্রাইনাইট্রো উৎপন্ন গল 175°। ডাইবেনজোয়েট গল 117°। ডাই-সালফোনেট বেঞ্জিন গল 69°। ডাই-প্যারা-টলুইন সালফোনেট (Di-p-toluene sulphonate) গল 80°। ডাইকার্বানিলেট গল 164°।

122°C **β-ন্যাপথল** (β-Naphthal) $C_{10}H_7.OH$ (2)
ব্রোমিনের সহিত 1-ব্রোমো-2-ন্যাপথল গল 84°। অ্যাসিটেট গল 70°। বেনজোয়েট গল 107°। বেঞ্জিন সালফোনেট গল 106°। প্যারা-টলুইন সালফোনেট গল 125°। কার্বানিলেট 155°। পিক্রেট গল 156°।

133°C **পাইরোগ্যালল** (Pyrogallol) $C_6H_3(OH)_3(1,2,3)$
ট্রাইঅ্যাসিটেট গল 165°। ট্রাইবেনজোয়েট গল 89°। ট্রাইবেঞ্জিন সালফেনেট গল 141°। ট্রাইকার্বানিলেট গল 173°।

169°C **হাইড্রোকুইনোন** (Hydroquinone) $C_6H_4(OH)_2(1,4)$
ডাই-অ্যাসিটেট গল 123°। ডাইবেনজোয়েট গল 199°। ডাই-বেঞ্জিন সালফোনেট গল 120°। ডাইকার্বানিলেট গল 206°।

218°C **ফ্লোরোগ্লুসিনল** (Phloroglucinol)
$C_6H_3.(OH)_3(1,3,5)+2H_2O$
ট্রাইনাইট্রো উৎপন্ন গল 165°। ব্রোমিন-জলের সহিত ট্রাইব্রোমো উৎপন্ন গল 151°। ট্রাইঅ্যাসিটেট গল 105°। ট্রাই-বেনজোয়েট গল 173°। ট্রাইবেঞ্জিন সালফোনেট গল 116°। ট্রাইকার্বানিলেট গল 123°।

অ্যালডিহাইড:

37°C **পাইপেরোনাল** (Piperonal) $(CH_2O_2):C_6H_3.CHO(1,2,4)$

গলনাংক

অক্সাইম (Oxime) গল 110°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 100°। সেমিকার্বাজোন গল 230°।

80°C ভ্যানিলিন (Vanillin) $CH_3O.C_6H_3(OH)CHO(2,1,4,)$ ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারণে ভ্যানিলিক অ্যাসিড গল 207°। ব্রোমিন-জলের সহিত ব্রোমো-উৎপন্ন গল 160°। অক্সাইম গল 117°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 105°। সেমিকার্বাজোন গল 229°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 75°। ট্রাই অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 88°।

115°C প্যারা-হাইড্রক্সিবেনজালডিহাইড $HO.C_6H_4.CHO(1,4)$ অ্যানিলিনসহ উত্তপ্ত করিলে প্যারা-হাইড্রক্সিবেনজালঅ্যানিলিন গল 190°। অক্সাইম গল 72°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 177°। 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজোন গল 157°। সেমিকার্বাজোন গল 224°। ট্রাইঅ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 93°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 72°।

কিটোন :

28°C ফোরোন (Phorone) $(CH_3)_2C:CH.CO.CH:C(CH_3)_2$ কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে ব্রোমিনের সহিত টেট্রাব্রোমাইড গল 88°। সেমিকার্বাজোন গল 186°।

41°C বেনজালঅ্যাসিটোন (Benzalacetone)

$C_6H_5.CH{=}CH.COCH_3$

ডাইব্রোমাইড গল 124°। অক্সাইম গল 115°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 156°।

48°C বেনজোফেনন (Benzophenone) $C_6H_5.CO.C_6H_5$ অক্সাইম গল 141°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 137°। 2,4-ডাই-নাইট্রোফিনাইল - হাইড্রাজোন গল 239°। সেমিকার্বাজোন গল 164°।

95°C বেনজিল (Benzyl) $C_6H_5.CO.CO.C_6H_5$ ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারণে বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121°।

গলনাংক

ডাইফিনাইল হাইড্রাজোন গল 225°। ২-ডাইঅক্সাইম গল 237°।

130°C **বেনজোইন** (Benzoin) $C_6H_5.CO\cdot CH(OH).C_6H_5$
আম্লিক $KMnO_4$ দ্বারা জারণে বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 83°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 125°। অক্সাইম গল 151°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 106°।

সম্পৃক্ত কার্বক্সিলিক অ্যাসিড

76°C **ফিনাইল অ্যাসেটিক অ্যাসিড** (Phenylacetic acid) $C_6H_5\ CH_2,COOH$
ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণের সহিত বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121°। অ্যামাইড গল 154°। অ্যানিলাইড গল 117°।

97°C **গ্লুটারিক অ্যাসিড** (Glutaric acid) $COOH.(CH_2)_3.COOH$
অ্যামাইড গল 174°। ইমাইড গল 154° (অ্যামাইডকে 175° উষ্ণতার উপর উত্তপ্ত করিলে)। অ্যানিলিনের সহিত অ্যানিল গল 144°।

101°C **অক্সালিক অ্যাসিড জোদক** $HOOC.COOH+2H_2O$
প্যারা-টলুইডাইড গল 267°। অ্যানিলাইড গল 257°।

102°C **অর্থো-টলুইক অ্যাসিড** (o-toluic acid) $H_3C.C_6H_4.COOH$ (1,2)
ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারণে থ্যালিক অ্যাসিড গল 195°। অ্যামাইড গল 142°। অ্যানিলাইড গল 125°।

109°C **মেটা-টলুইকঅ্যাসিড** $H_3C.C_6H_4.COOH$ (1,3)
ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারণে আইসো-থ্যালিক অ্যাসিড গল >300°। অ্যামাইড গল 94°।

121°C **বেনজোয়িক** $C_6H_5\ COOH$
মেটা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড গল 140°। অ্যামাইড গল 128°। অ্যানিলাইড গল 164°।

133°C **ম্যালোনিক** $H_2C.(COOH)_2$
ব্রোমিন-জলের সহিত ট্রাইব্রোমোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড গল 135°।

গলনাংক

ফিনাইল আইসোসায়েনেটের সহিত উত্তপ্ত করিলে ম্যালোনডাই-অ্যানিলাইড গল 224°।

151°C অ্যাডিপিক $HOOC.(CH_2)_4.COOH$
অ্যামাইড গল 220°। অ্যানিলাইড গল 235°।

160°C α-ন্যাপথোইক অ্যাসিড $C_{10}H_7.COOH(1)$
সোডা-লাইম সহযোগে উত্তাপ করিলে ন্যাপথেলিন গল 80°। অ্যামাইড গল 202°। অ্যানিলাইড গল 160°।

177°C প্যারা-টলুইক অ্যাসিড $H_3C.C_6H_4.COOH$ (1,4)
ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারণে টেরেপ্‌থ্যালিক অ্যাসিড। অ্যামাইড গল 158°। অ্যানিলাইড গল 140°।

182°C β-ন্যাপথোইক অ্যাসিড $C_{10}H_7COOH(2)$
সোডা-লাইম সহযোগে উত্তপ্ত করিলে ন্যাপথেলিন গল 80°। অ্যামাইড গল 192°। অ্যানিলাইড গল 170°।

185°C সাকসিনিক অ্যাসিড $HOOC.(CH_2)_2.COOH$
অ্যামাইড গল 242°। ইমাইড গল 125°। অ্যানিলাইড গল 226°। অ্যানিল গল 156°।

195°C থ্যালিক অ্যাসিড $C_6H_4(COOH)_2(1,2)$
উত্তপ্ত করিলে অ্যানহাইড্রাইড গল 130°। অ্যানিল গল 205°। অ্যামোনিয়াম লবণ উত্তপ্ত করিলে থ্যালিমাইড গল 238°।

>300°C আইসো-থ্যালিক অ্যাসিড $C_6H_4(COOH)_2$ (1,3)
অ্যামাইড গল 265°। অ্যানিলাইড গল 250°।

ঊর্ধ্বপাতন

করে। টেরেপ্‌-থ্যালিক অ্যাসিড $C_6H_4(COOH)_2(1,4)$
মিথাইল এস্টার গল 140°। ইথাইল এস্টার 44°।

অসম্পৃক্ত কার্বক্সিলিক অ্যাসিড

80°C সিট্রাকোনিক অ্যাসিড $HOOC.CH{=}C(CH)_3.COOH$
ব্রোমিন-জলের সহিত ডাইব্রোমোমিথাইল সাকসিনিক অ্যাসিড গল 150°। ইমাইড গল 109°।

133°C **সিনামিক অ্যাসিড** $C_6H_5.CH=CH.COOH$
ক্ষারীয় $KMnO_4$এর দ্বারা জারণে বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121°। ব্রোমিন-জলের সহিত উত্তপ্ত করিলে α,β-ডাইব্রোমোফিনাইল প্রোপায়োনিক অ্যাসিড গল 195°। ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ঠাণ্ডা অবস্থায় প্যারা-নাইট্রো সিনামিক অ্যাসিড গল 285°। অ্যামাইড গল 147°। অ্যানিলাইড গল 153°।

139°C **ম্যালায়িক অ্যাসিড** HOOC. CH=CH. COOH
ব্রোমিনের সহিত আইসো-ডাইব্রোমো সাকসিনিক অ্যাসিড গল 160°। অ্যানিলিনের সহিত ফুটাইলে ফিনাইল অ্যাসপারটিক অ্যানিল গল 211°।

191°C **অ্যাকোনিটিক অ্যাসিড**
$HOOC.CH=C(COOH).CH_2.COOH$
200° উষ্ণতায় ইটাকনিক অ্যানহাইড্রাইড গল 68°।

অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রক্সি অ্যাসিড

18°C **DL-ল্যাকটিক অ্যাসিড** $H_3C.CHOH.COOH$
অ্যামাইড গল 74°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 57°।

100°C **সাইট্রিক অ্যাসিড** $HOOC.C(OH).(CH_2COOH)_2+H_2O$
অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের সহিত অ্যাসিটাইল সাইট্রিক অ্যানহাইড্রাইড গল 115°।

118°C **DL-ম্যানডিলিক অ্যাসিড** $C_6H_5.CH(OH).COOH$
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন 73°। মিথাইল এস্টার গল 52°।

150°C **বেনজিলিক অ্যাসিড** $(C_6H_5)_2C(OH).COOH$
ক্রোমিক অ্যাসিড দ্বারা জারণে বেনজোফেনন গল 48°। মিথাইল এস্টার গল 74° অ্যামাইড গল 154°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 98°।

169°C **D-টারটারিক অ্যাসিড** $HOOC.(CHOH)_2.COOH$
অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের সহিত ডাইঅ্যাসিটাইল-টারটারিক অ্যানহাইড্রাইড গল 126°।

অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি অ্যাসিড

গলনাংক

155°C **স্যালিসাইলিক অ্যাসিড** HO. C_6H_4. COOH (1,2)
অ্যামাইড গল 139°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 135°। অ্যানিলাইড গল 134°। মিথাইল সালফেট ও ক্ষারের সহিত মিথাইল স্যালিসাইলিক অ্যাসিড গল 101°।

200°D **কৌমারিক অ্যাসিড** HO.C_6H_4. CH=CH. COOH (1,2)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 146°।

200°C **মেটা-হাইড্রক্সি বেনজোয়িক অ্যাসিড**
HO. C_6H_4. COOH (1,3)
মিথাইল এস্টার গল 70°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 127°। মিথাইল সালফেট ও ক্ষারের সহিত মেটা-মিথক্সি বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 106°।

207°C **ভ্যানিলিক অ্যাসিড** HO. $C_6H_3(OCH_3)$. COOH(1,2,4)
মিথাইল এস্টার গল 62°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 142°।

213°C **প্যারা-হাইড্রক্সি বেনজোয়িক অ্যাসিড**
HO. C_6H_4. COOH (1,4)
মিথাইল এস্টার গল 131°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 185°।

135°C **অ্যাসিপিরিন** H_3CCOO. C_6H_4. COOH (1,2)
ক্ষারের সাহায্যে আর্দ্রবিশ্লেষণে স্যালিসাইলিক অ্যাসিড গল 155°। ক্লোরাইড গল 43°।

এস্টার

42°C **ফিনাইল স্যালিসাইলেট** (স্যালল)
HOC_6H_4. $COOC_6H_5$ (1,2)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 97°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 80°। আর্দ্রবিশ্লেষণে স্যালিসাইলিক অ্যাসিড গল 155°। কার্বানিলেট গল. 241°।

72°C **ইথাইল মেটা-হাইড্রক্সি বেনজোয়েট**
HO. C_6H_4. $COOC_2H_5$ (1,3)
বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 58°। কার্বানিলেট গল 115°।

গলনাংক

95°C **β-ন্যাপথাইল স্যালিসাইলেট**
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 136°। কার্বানিলেট গলে 268°।

116°C **ইথাইল প্যারা-হাইড্রক্সি বেনজোয়েট**
বেনজোয়িল উৎপন্ন গলে 894°। কার্বানিলেথ গলে 134°।

অ্যারোমেটিক প্রাইমারী অ্যামাইন

35°C **প্যারা-টলুইডিন** $H_3C.\ C_6H_4.\ NH_2$ (1,4)
হাইড্রোক্লোরাইড গলে 240°। ব্রোমিণ-জলের সহিত ডাইব্রোমো উৎপন্ন গলে 79°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 153°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গলে 158°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গলে 130°।

50°C **α-ন্যাপথাইল অ্যামাইন** $C_{10}H_7.\ NH_2$ (1)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 159°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গলে. 160°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গলে 274°। পিক্রেট গলে 161°।

57°C **প্যারা-অ্যানিসিডিন** $CH_3O.\ C_6H_4.\ NH_2$ (1,4)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 127°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গলে 154°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গলে. 129°।

63°C **মেটা-ফিনাইলিনডাই-অ্যামাইন** $C_6H_4\ (NH_2)_2$ (1,3)
লঘু HCl অ্যাসিডে ব্রোমিনের সহিত ট্রাইব্রোমো উৎপন্ন গলে 158°। ডাইঅ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 191°। ডাইবেনজোয়িল উৎপন্ন গলে 240°।

102°C **অর্থো-ফিনাইলিন ডাইঅ্যামাইন** $C_6H_4(NH_2)_2$ (1,2)
ঠাণ্ডা অবস্থায় অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের সহিত ডাইঅ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 185°। ডাইবেনজোয়িল উৎপন্ন গলে 301°।

111°C **β-ন্যাপথাইল অ্যামাইন** $C_{10}H_7.\ NH_2$ (2)
হাইড্রোক্লোরাইড গলে 260°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে 132°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গলে 162°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গলে 174°। পিক্রেট গলে 195°d।

127°C **বেনজিডিন** $NH_2.\ C_6H_4.\ C_6H_4.\ NH_2$ (4,4′)
ডাইহাইড্রোক্লোরাইড গলে 385°। ডাইঅ্যাসিটাইল উৎপন্ন গলে

গলনাংক

317°। ডাইবেনজোয়িল উৎপন্ন গল 352°। ডিসঅ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 302°।

140°C **প্যারা-ফিনাইলিন ডাইঅ্যামাইন** $C_6H_4(NH_2)_2$ (1,4)
ডাই-অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 304°। ডাইবেনজোয়িল উৎপন্ন গল>300°।

অ্যামাইড

82°C **অ্যাসিটেমাইড** $H_3C\ CONH_2$
অ্যানিলিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিটেনিলাইড গল 115°। α-ন্যাপথাইল অ্যামাইনের সহিত অ্যাসিটাইল α-ন্যাপথাইল অ্যামাইন গল 152°।

128°C **বেনজামাইড** $C_6H_5\ CONH_2$
অ্যানিলিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে বেনজানিলাইড গল 160°। 75% H_2SO_4 দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত হইলে বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121°।

132°C **ইউরিয়া** $CO(NH_2)_2$
নাইট্রেট গল 163°। অক্সালেট গল 171°। অ্যানিলিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে কার্বানিলাইড গল 231°।

139°C **স্যালিসাইলেমাইড** $HO.C_6H_4.CONH_2$ (1,2)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 143°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 200°। NaOH দ্রবণ দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত করিলে স্যালিসাইলিক অ্যাসিড গল 155°।

147°C **ফিনাইল ইউরিয়া** $C_6H_5.NH.CONH_2$
অ্যানিলিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে কার্বানিলাইড গল 238°।

149°C **বেনজাইল ইউরিয়া** $C_6H_5CH_2.NHCONH_2$
200° উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে ডাইবেনজাইল-ইউরিয়া গল 167°।

154°C **ফিনাইল অ্যাসিটেমাইড** $C_6H_5.CH_2.CONH_2$
আর্দ্রবিশ্লেষণ করিলে ফিনাইলঅ্যাসেটিক অ্যাসিড গল 76°। অ্যানিলিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে ফিনাইল অ্যাসিটেনিলাইড গল 117°।

গলনাঙ্ক

242°C **সাকসিনামাইড** $NH_2.CO.CH_2.CH_2.CO.NH_2$
242° উপরে উত্তপ্ত করিলে সাকসিনিমাইড গলে 125°। লঘু NaOH দ্রবণ দ্বারা ফুটাইলে সাকসিনিক অ্যাসিড গলে 185°। অ্যানিলিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে সাকসিনানিল গলে 156°।

প্রতিস্থাপিত অ্যামাইড

112°C **অর্থো-অ্যাসিটোটলুইডাইড** $H_3C.C_6H_4.NHCOCH_3(1,2)$
পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণসহ উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিটাইল অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড গলে 185°।

114°C **অ্যাসিটেনিলাইড** $CH_3.CO.NHC_6H_5$
অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ব্রোমিনের দ্রবণের সহিত প্যারা-ব্রোমো-অ্যাসিটেনিলাইড গলে 167°। গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 এর সহিত প্যারা-নাইট্রো উৎপন্ন গলে 210°।

117°D **ফিনাইলঅ্যাসিটেনিলাইড** $C_6H_5.CH_2.CONH.C_6H_5$
HCl অ্যাসিডের সাহায্যে আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া ফিনাইল অ্যাসেটিক অ্যাসিড গলে 76°।

147°C **প্যারা-অ্যাসিটোটলুইডাইড** $H_3C.C_6H_4.NHCOCH_3(1,4)$
পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট সহ উত্তপ্ত করিলে প্যারা-অ্যাসিটামিনো বেনজোয়িক অ্যাসিড গলে 256°। অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ব্রোমিনের দ্রবণের সহিত 3-ব্রোমো উৎপন্ন গলে 117°।

161°C **বেনজানিলাইড** $C_6H_5.CO.NH.C_6H_5$
77% HNO_3 অ্যাসিড 0° উষ্ণতায় যোগ করিলে অর্থো-নাইট্রো উৎপন্ন গলে 94° এবং প্যারা-নাইট্রো উৎপন্ন গলে 199°। অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ব্রোমিনের দ্রবণের সহিত প্যারা-ব্রোমো উৎপন্ন গলে 204°।

162°C **প্যারা-অ্যামিনো অ্যাসিটেনিলাইড**
$H_3C.CO.NH.C_6H_4.NH_2(1,4)$
ঠাণ্ডা অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইডের সহিত ডাই-অ্যাসিটাইল-প্যারা-ফিনাইলিন-ডাই-অ্যামাইন গলে 304°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গলে 261°।

নাইট্রো যৌগ

গলনাঙ্ক

54°C **প্যারা-নাইট্রোটলুইন** $H_3C.C_6H_4.NO_2$ (1,4)
$K_2Cr_2O_7$ ও লঘু H_2SO_4 কর্তৃক জারিত হইয়া প্যারা-নাইট্রো বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 241°। গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 দিয়া উত্তপ্ত করিলে 2,4-ডাইনাইট্রোটলুইন গল 70°। Sn ও HCl দ্বারা বিজারিত হইয়া প্যারা-টলুইডিন গল 45°।

61°C **α-নাইট্রোন্যাপথেলিন** $C_{10}H_7.NO_2$ (1)
CrO_3 ও অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত হইয়া 3-নাইট্রো থ্যালিক অ্যাসিড গল 218°। Sn ও HCl কর্তৃক বিজারিত হইয়া α-ন্যাপথাইল অ্যামাইন গল 50°। ঠাণ্ডা অবস্থায় গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 দ্বারা 1,5-ডাইনাইট্রোন্যাপথেলিন গল 214°।

70°C **2,4-ডাইনাইট্রোটলুইন** $CH_3.C_6H_3.(NO_2)_2$(1,2,4)
অ্যালকোহলে $SnCl_2$ ও HCl কর্তৃক বিজারিত হইয়া 2-অ্যামিনো-4-নাইট্রোটলুইন গল 107°। গাঢ় H_2SO_4-এ CrO_3 দ্বারা জারিত হইয়া 2,4-ডাইনাইট্রো বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 179°। বেঞ্জিন দ্রাবকে ন্যাপথেলিনের সহিত যুত যৌগ গল. 60°।

90°C **মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন** $C_6H_4(NO_2)_2$ (1,3)
Sn ও HCl দ্বারা বিজারিত হইয়া মেটা-ফিনাইলিন-ডাইঅ্যামাইন গল. 63°। ক্ষারীয় $K_3Fe(CN)_6$ দ্বারা ফুটাইলে 2,4-ডাই-নাইট্রো-ফেনল গল 114°। বেঞ্জিন দ্রাবকে ন্যাপথেলিনের সহিত যুত যৌগ গল 52°।

118°C **অর্থো-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন** $C_6H_4(NO_2)_2$ (1,2)
Sn ও HCl কর্তৃক বিজারিত হইয়া অর্থো-ফিনাইলিন ডাইঅ্যামাইন গল 102°। লঘু NaOH দ্রবণ দ্বারা ফুটাইলে অর্থো-নাইট্রোফেনল গল 44°। অ্যানিলিনের সহিত 100° উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে অর্থো-নাইট্রো-ডাইফিনাইল অ্যামাইন গল. 75°।

172°C **প্যারা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন** $C_6H_4(NO_2)_2$ (1,4)
5% NaOH দ্রবণ দ্বারা ফুটাইলে প্যারা-নাইট্রো ফেনল গল. 114°। Sn ও HCl দ্বারা বিজারিত হইয়া প্যারা-ফিনাইলিন

গলনাঙ্ক

ডাইঅ্যামাইন গল 140°। অ্যালকোহল দ্রাবকে ন্যাপথেলিনের সহিত যুক্ত যৌগ গল 118°।

অ্যামিনো অ্যাসিড

126°C ফিনাইল গ্লাইসিন $C_6H_5.NH.CH_2.COOH$
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল. 194°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 63°।

144°C অ্যানথ্র্যানিলিক অ্যাসিড $NH_2.C_6H_4.COOH(1,2)$
ব্রোমিন-জলের সহিত ডাইব্রোমো উৎপন্ন গল 227°। হাইড্রোক্লোরাইড গল 193°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 185°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 181°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 276°। অ্যামাইড গল 10৩°। অ্যানিলাইড গল 126°।

174°C মেটা-অ্যামিনো বেনজোয়িক অ্যাসিড
$NH_2.C_6H_4.COOH(1,3)$
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 250°। অ্যামাইড গল 75°। অ্যানিলাইড গল 129°।

186°C প্যারা-অ্যামিনো বেনজোয়িক অ্যাসিড
$NH_2.C_6H_4.COOH(1,4)$
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 252°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 278°। অ্যামাইড গল 183°।

187°C হিপুরিকক অ্যাসিড $C_6H_5.CO.NH.CH_2.COOH$
HCl অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121° ও গ্লাইসিন। মিথাইল এস্টার গল 80°। গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 এর সাহায্যে মেটা-নাইট্রো উৎপন্ন গল. 162°।

273°C DL-ফিনাইল অ্যালানিন $C_6H_5.CH_2.CH(NH_2).COOH$
উত্তপ্ত করিলে ফিনাইল-ল্যাকটামাইড গল 290°। জারণ করিলে বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 121°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 187°।

283° 5-অ্যামিনো স্যালিসাইলিক অ্যাসিড
$COOH.C_6H_3(OH)NH_2(1,2,5)$
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 197°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 201°।

অ্যামিনো সালফোনিক অ্যাসিড

গলনাঙ্ক

d (বিয়ো- **মেটানিলিকঅ্যাসিড** $NH_2.C_6H_4.SO_3H(1,3)$
জিত হয়)

সোডিয়াম-লবণ NaOH এর সহিত 230°-290° উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে মেটা-অ্যামিনোফেনল গল 122°। 300°C উষ্ণতায় উচ্চে বিয়োজিত হয়।

d **সালফানিলিকঅ্যাসিড** $NH_2.C_6H_4.SO_3H$ (1,4)
ব্রোমিন-জলের সহিত 2,4,6-ট্রাইব্রোমো-অ্যানিলিন গল. 119°। MnO_2 ও লঘু H_2SO_4 এর সহিত ফুটাইলে বেনজোকুইনান গল 115°। কমলালেবু রংয়ের অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন। 300°C উষ্ণতায় উচ্চে বিয়োজিত হয়।

d **ন্যাপথায়োনিক অ্যাসিড** $NH_2.C_{10}H_7.SO_3H$ (1,4)
NaOHএর সহিত উত্তপ্ত করিলে α-ন্যাপথাইল-অ্যামাইন গল.50°। লাল রংয়ের অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন। উত্তপ্ত করিলে কালো হইয়া যায় কিন্তু গলে না।

নাইট্রোফেনল

44°C **অর্থো-নাইট্রোফেনল** $NO_2.C_6H_4.OH$ (1,2)
গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 এর সহিত পিক্রিক অ্যাসিড গল 122°। NaOH এ যোগের দ্রবণে ব্রোমিন যোগ করিলে 4,6-ডাইব্রোমো উৎপন্ন গল 117°। বেনজোয়েট গল 142°। অ্যাসিটেট গল 40°।

97°C **মেটা-নাইট্রোফেনল** $NO_2.C_6H_4.OH$ (1,3)
ব্রোমিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে ডাইব্রোমো উৎপন্ন গল 91°। বেনজোয়েট গল 95°। কার্বানিলেট গল 120°।

114°C **প্যারা-নাইট্রোফেনল** $NO_2.C_6H_4.OH$ (1,4)
গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4এর সহিত পিক্রিক অ্যাসিড। অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ব্রোমিনের দ্রবণের সহিত 100° উষ্ণতায় 2,6-ডাইব্রোমো উৎপন্ন গল 142°। অ্যাসিটেট গল 81°। বেনজোয়েট গল 142°।

গলনাঙ্ক

114°C **2,4-ডাইনাইট্রোফেনল** $(NO_2)_2$ $C_6H_3OH(2,4,1)$
NH_4SH এর সহিত 4-নাইট্রো-2-অ্যামিনোফেনল গল 142°। ব্রোমিন-জলের সহিত 6-ব্রোমো উৎপন্ন গল 118°। অ্যাসিটেট গল 72°। বেনজোয়েট গল 132°।

112°C **পিক্রিক অ্যাসিড** $(NO_2)_3$ C_6H_2. OH (2,4,6,1)
অ্যালকোহলে NH_4SH এর সহিত 4,6-ডাইনাইট্রো-2-অ্যামিনো ফেনল গল 168°। PCl_5 এর সহিত পিক্রাইল ক্লোরাইড গল 83°।

নাইট্রো অ্যামাইন

71°C **অর্থো-নাইট্রো অ্যানিলিন** $NH_2.C_6H_4.$ NO_2 (1,2)
Zn চূর্ণ ও NaOH এর সহিত অর্থো-ফিনাইলিন ডাই অ্যামাইন গল 102°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 92°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 94°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 212°।

72°C **2-নাইট্রো-প্যারা-টলুইডিন** $H_3C.C_6H_3.(NH_2).NO_2$(1,4,2)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 93°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 172°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 162°।

114°C **মেটা-নাইট্রো অ্যানিলিন** $NH_2.$ $C_6H_4.NO_2$(1,3)
Sn ও HCl এর সহিত মেটা-ফিনাইলিন ডাইঅ্যামাইন গল 63°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 155°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 155°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 194°।

147°C **প্যারা-নাইট্রো অ্যানিলিন** $NH_2.$ $C_6H_4.$ NO_2 (1,4)
Sn ও HCl এর সহিত প্যারা-ফিনাইলিন ডাইঅ্যামাইন গল. 140°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 215°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 199°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 250°।

176°C **2,4-ডাইনাইট্রো অ্যানিলিন** $(NO_2)_2$ $C_6H_3.$ NH_2 (2,4,1)
গাঢ় NaOH দ্রবণের সহিত ফুটাইলে NH_3 ও 2,4-ডাইনাইট্রো ফেনল গল 114°। অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 120°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 202°। অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 302°।

হ্যালোজেন যুক্ত অ্যামাইন

গলনাংক

18°C **মেটা-ব্রোমোঅ্যানিলিন** Br. C_6H_4.NH_2 (1,3)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 87°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 136°।

31°C **অর্থো-ব্রোমোঅ্যানিলিন** Br.C_6H_4. NH_2 (1,2)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 99°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল. 116°।

66°C **প্যারা-ব্রোমোঅ্যানিলিন** Br. C_6H_4. NH_2 (1,4)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 167°। বেনজোয়িক উৎপন্ন গল 104°

70°C **প্যারা-ক্লোরোঅ্যানিলিন** Cl. C_6H_4.NH_2 (1,4)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 179°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 192°।
অ্যাজো-β-ন্যাপথল উৎপন্ন গল 160°।

80°C **2,4-ডাই-ব্রোমোঅ্যানিলিন** $Br_2C_6H_3$. NH_2 (2,4,2)
অ্যাসিটাইল উৎপন্ন গল 146°। বেনজোয়িল উৎপন্ন গল 134°।

হ্যালোজেন যুক্ত অ্যাসিড

137°C **অর্থো-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড** Cl.C_6H_4.COOH(1,2)
KOH এর সহিত গলাইলে মেটা-হাইড্রক্সি-বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 200°। অ্যামাইড গল 139°। অ্যানিলাইড গল 114°।

150°C **অর্থো-ব্রোমোবেনজায়িক অ্যাসিড** Br.C_6H_4.COOH(1,2)
গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 এর সাহায্যে 130—140° উষ্ণতায় ডাইনাইট্রোউৎপন্ন গল 213°। অ্যামাইড গল 155°। অ্যানিলাইড গল 141°।

158°C **মেটা-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড** Cl.C_6H_4.COOH(1,3)
KOHএর সহিত গলাইলে মেটা-হাইড্রক্সি বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 200°। অ্যামাইড গল 134°।

155°C **মেটা-ব্রোমোবেনজোয়িক অ্যাসিড** Br. C_6H_4.COOH(2,3)
KOH এর সহিত গলাইলে মেটা-হাইড্রক্সি বেনজোয়িক অ্যাসিড গল. 200°। অ্যামাইড গল 155°। অ্যানিলাইড গল 146°।

236°C **প্যারা-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড** Cl.C_6H_4.COOH(1,4)
মিথাইল এস্টার গল 43°। অ্যামাইড গল 179°। অ্যানিলাইড গল 194°।

গলনাংক

251°C প্যারা-ব্রোমোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$Br. C_6H_4. COOH$ (1, 4)

মিথাইল এস্টার গল 81°। অ্যামাইড গল 189°। অ্যানিলাইড গল 197°।

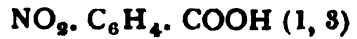
নাইট্রোকার্বক্সিলিক অ্যাসিড

125°C 3-নাইট্রোস্যালিসাইলিক অ্যাসিড

$NO_2. C_6H_3(OH). COOH + H_2O$ (3, 2, 1)

Sn ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের সহিত 3-অ্যামিনো স্যালিসাইলিক অ্যাসিড গল 235°d। ইথাইল এস্টার গল 118°। অ্যামাইড গল 145°।

140°C মেটা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$NO_2. C_6H_4. COOH$ (1, 3)

Sn ও HCl এর সহিত মেটা-অ্যামিনোবেনজোয়িক অ্যাসিড গল 142°। অ্যানিলাইড গল 153°।

144°C অর্থো-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$NO_2. C_6H_4. COOH$ (1, 2)

Sn ও HCl এর সহিত অ্যানথ্রানিলিক অ্যাসিড গল 144°। ইথাইল এস্টার গল 30°। অ্যামাইড গল 174°। অ্যানিলাইড গল 155°।

179°C 2, 4-ডাইনাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$(NO_2)_2 C_6H_3. COOH$ (2, 4, 1)

Sn ও HCl এর সহিত মেটা-ফিনাইলিনডাইঅ্যামাইন গল 63°। মিথাইল এস্টার গল 70°। অ্যামাইড গল 203°।

202°C 3, 5-ডাইনাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$(NO_2)_2. C_6H_3. COOH$ (3, 5, 1)

Sn ও HCl এর সহিত 3, 5-ডাইঅ্যামিনোবেনজোয়িক অ্যাসিড গল 236°। মিথাইল এস্টার গল 107°। অ্যামাইড গল 183°। অ্যানিলাইড গল 234°।

গলনাংক

220°d 2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$(NO_2)_3\ C_6H_2.\ COOH\ (2, 4, 6, 1)$

মিথাইল এস্টার 157°। অ্যামাইড গল. 264°d।

241°C প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

$NO_2.\ C_6H_4.\ COOH\ (1, 4)$

Sn ও HCl এর সহিত প্যারা-অ্যামিনো বেনজোয়িক অ্যাসিড গল 186°। অ্যামাইড গল 201°। অ্যানিলাইড গল 204°।

কার্বোহাইড্রেট

100°C মল্টোজ $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$

ফিনাইল ওসাজোন গল 206°। ফিনাইল হাইড্রাজোন গল 130°d। অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও সোডিয়াম অ্যাসিটেটের সহিত অক্টাঅ্যাসিটেট গল 158°।

146°C দ্রাক্ষা-শর্করা (D(+)-গ্লুকোজ) $C_6H_{12}O_6$

ফিনাইল ওসাজোন গল 205°। অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড ও সোডিয়াম অ্যাসিটেটের সহিত পেণ্টা অ্যাসিটেট গল 111°।

160°C ইক্ষু-শর্করা (Sucrose) $C_{12}H_{22}O_{11}$

অক্টাঅ্যাসিটেট গল 67°।

203°d দুগ্ধ-শর্করা (Lactose) $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$

ফিনাইল ওসাজোন গল 200°d। অক্টাঅ্যাসিটেট গল 95°–110°।

d. শ্বেতসার (Starch) $C_6H_{10}O_5+H_2O$

লঘু HCl এর সহিত ফুটাইলে দ্রাক্ষা শর্করা।

সপ্তম অধ্যায়

1. নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয়

জেল্‌ডাল পদ্ধতি :

তত্ত্ব : বহু নাইট্রোজেনযুক্ত যৌগ অনুঘটক $HgSO_4$ বা কয়েক ফোঁটা পারদ বা কপার অক্সাইডের উপস্থিতিতে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা উত্তপ্ত করিলে বিয়োজিত হইয়া যায় এবং উহাদের মধ্যেকার নাইট্রোজেন অ্যামোনিয়াম সালফেটে পরিণত হয়। তৎপর ক্ষারের সাহায্যে অ্যামোনিয়া মুক্ত করা হয়। মুক্ত অ্যামোনিয়া নির্দিষ্ট পরিমাণ প্রমাণ অ্যাসিড দ্রবণে প্রবেশ করানো হয়। অতিরিক্ত অ্যাসিডের পরিমাণ টাইট্রেশানের সাহায্যে পরিমাপ করা হয়। কতটুকু অ্যামোনিয়া তৈরী হইল তাহা হইতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

মৃত্তিকা, সার, খাদ্যসামগ্রী প্রভৃতি বিশ্লেষণে এই পদ্ধতির বহুল ব্যবহার চলে। আবার যে সব জৈব যৌগে নাইট্রোজেন রহিয়াছে কিন্তু উহাকে জারণ করা যায় না সেইসব যৌগের ক্ষেত্রেও এই পদ্ধতি চলে। নাইট্রো-, নাইট্রোসো-, অ্যাজো- ও ডাইঅ্যাজো যৌগের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি চলিবে না।

পদ্ধতি : একটি জেলডাল ফ্লাস্কে (চিত্র নং 35) 0·2—0·5 গ্রাম বিশুদ্ধ জৈব যৌগের নমুনা সঠিকভাবে ওজন করিয়া লও। ঢালিবার সময় লক্ষ্য রাখিবে যেন যৌগ ফ্লাস্কের গায়ে না লাগিয়া থাকে। 15—20 মি.লি. গাঢ় H_2SO_4 উহাতে যোগ কর। 10 গ্রাম অনার্দ্র $KHSO_4$ উহাতে দাও। পটাসিয়াম বাই সালফেট মিশ্রণের স্ফুটনাংক বাড়াইয়া দিবে ; ফলে জারণ-ক্রিয়া ভালভাবে চলিবে।

আনুমানিক 1 গ্রামে মৈথ অনুঘটক (0·3 গ্রাম HgO, 0·5 গ্রাম $CuSO_4,5H_2O$ ও 1·0 গ্রাম সিলিনিয়াম) উহাতে যোগ কর। একটি ধূম-কক্ষে ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর বসাইয়া ও ক্ল্যাম্পের সাহায্যে আটকাইয়া অর্ধঘন্টা হইতে এক ঘন্টা ধরিয়া ভাল করিয়া ফুটাও। প্রথমে মিশ্রণ কাল হইয়া যাইবে। তারপর উহা স্বচ্ছ ও বর্ণহীন বা নবজাত হইবে। ফ্লাস্কটিকে শীতল করিয়া তাহাতে সম আয়তনের জল যোগ কর। মিশ্রণকে এইবার সম্পূর্ণভাবে একটি 1 লিটার গোলতল ফ্লাস্কে ঢালিয়া লও। (চিত্র নং 36) তাহাতে জেলডাল পাতন নির্গম নলাদি (Kjeldahl's distilling delivery)

যুক্ত কর। তরলের আয়তন মোট আনুমানিক 30 মি.লি. কর। পোর্সেলিনের কুচি কয়েক টুকরা দাও। ফ্লাস্কে 40% সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ অতিরিক্ত পরিমাণে (প্রতি 25 মি.লি. H_2SO_4 এর জন্য 100 মি.লি. সোডিয়াম হাইড্রাইক্সাইড দ্রবণ) বিন্দুপাত ফানেলের সাহায্যে ঢাল। লক্ষ্য রাখিও যেন ফ্লাস্কের তরল সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢালিবার সময় বেশী আলোড়িত না হয়। 1·0 গ্রাম জিংকচূর্ণ যোগ কর। ক্ষারীয় দ্রবণ (লিটমাস কাগজের সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া লও) ফ্লাস্কের তলে পৃথক স্তর তৈরী করিবে এবং অ্যামোনিয়া ফ্লাস্কের মিশ্রণ ঝাঁকাইয়া না দিলে বাহির হইবে না। নির্গম নলের অপর প্রান্ত একটি নির্দিষ্ট আয়তনের প্রমাণ দ্রবণ অ্যাসিডে ডুবানো থাকিবে। এই দ্রবণে কয়েক ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশক (ওয়েসলোর নির্দেশক ব্যবহারে আরও ভাল ফল পাওয়া যায়) যোগ কর। ফ্লাস্কের তরল ধীরে ধীরে ঘুরাইয়া মিশাইয়া দাও। পাতন ক্রিয়া চালাইয়া যাও যতক্ষণ না ফ্লাস্কে মাত্র $\frac{1}{3}$ অংশ তরল থাকে। তারপর গ্রাহকের তরল হইতে নির্গম নল সরাইয়া লইয়া উত্তাপ বন্ধ কর। নির্গম নলের শেষ প্রান্ত জল দিয়া ধৌত করিয়া লও। তারপর অতিরিক্ত অ্যাসিড ক্ষারের প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন কর।

অনুরূপভাবে একটি শূন্য পরীক্ষা কর।

হিসাব

ধরি, নাইট্রোজেন যুক্ত যৌগের ওজন $= w$ গ্রাম

শূন্য পরীক্ষায় নির্দিষ্ট আয়তনের H_2SO_4 প্রমাণ দ্রবণ প্রশমিত করিতে $\frac{N}{10}$ NaOH দ্রবণ লাগে $= x_1$ মি.লি.।

আসল পরীক্ষায় অতিরিক্ত H_2SO_4 দ্রবণ প্রশমিত করিতে $\frac{N}{10}$ NaOH দ্রবণ লাগে $= x_2$ মি.লি.

সুতরাং মুক্ত অ্যামোনিয়া প্রশমিত করিতে $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 দ্রবণ লাগে $=(x_1 - x_2)$ মি.লি.

$(x_1 - x_2)$ মি.লি. $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv \frac{14{\cdot}01 \times (x_1 - x_2)}{10 \times 1000}$ গ্রাম নাইট্রোজেন

$$\% \text{ নাইট্রোজেন} = \frac{14 \cdot 01 \times (x_1 - x_2) \times 100}{10 \times 1000 \times \omega}$$

[ওয়েসলো নির্দেশক : 100 মি.লি. ইথানলে 0·25 গ্রাম মিথাইল রেড (Methyl red) দ্রবীভূত কর। অপর একটি পাত্রে 0·186 গ্রাম মিথিলীন ব্লু (Methylene blue) 100 মি.লি. ইথানলে দ্রবীভূত কর। তারপর উভয় দ্রবণ মিশ্রিত কর।]

2. ফেনলের পরিমাপ নির্ণয় :

নিম্নলিখিত বিকারকগুলি তৈরী করিয়া লও।

(a) **পটাসিয়াম ব্রোমেট**—ব্রোমাইড দ্রবণ, 0·05N একটি আয়তনমাত্রিক ফ্লাস্কে সঠিকভাবে 1·4 গ্রাম A. R পটাসিয়াম ব্রোমেট এবং 20 গ্রাম বিশুদ্ধ পটাসিয়াম ব্রোমাইড ওজন করিয়া লও। তারপর জলে দ্রবীভূত কর ও অতিরিক্ত জল যোগ করিয়া আয়তন 1 লিটার কর। এই দ্রবণ প্রমাণ দ্রবণ (Standard Solution) হিসাবেও কাজ করিবে।

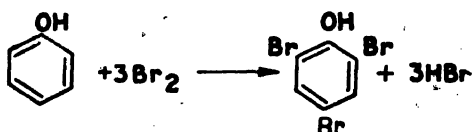
(b) **সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ, O·05N.**

আনুমানিক 12·25 গ্রাম A.R. সোডিয়াম থায়োসালফেট (সোদক) 1 লিটার সদ্য-ফুটন্ত ও ঠাণ্ডা জলে দ্রবীভূত কর। তারপর পটাসিয়াম ব্রোমেট-পটাসিয়াম ব্রোমাইড প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে ইহার শক্তি নির্ণয় কর।

(c) **স্টার্চ নির্দেশক দ্রবণ**

পদ্ধতি : একটি আয়তনমাত্রিক ফ্লাস্ক (Volumetric flask) আনুমানিক 0·25 গ্রাম ফেনল ওজন করিয়া লইয়া 5 মি. লি. 10% NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত কর। তারপর জলের সাহায্যে উহার আয়তন 250 মি.লি. কর। একটি 500 মি.লি. ছিপিযুক্ত কনিক্যাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে 25 মি.লি. ফেনল দ্রবণ ঢাল। তাহাতে 25 মি.লি. ব্রোমেট-ব্রোমাইড দ্রবণ ও 25 মি.লি. জল যোগ কর। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড 5 মি. লি. উহাতে দাও এবং তৎক্ষণাৎ ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ কর। 1 মিনিট ফ্লাস্কটি ঝাঁকাও। 30 মিনিট উহাকে রাখিয়া দাও ; মাঝে মাঝে উহাকে নাড়িয়া দাও। ফ্লাস্কটিকে ট্যাপ-জলে বা বরফ জলে ঠাণ্ডা কর। 10 মি. লি. 20% পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ ফ্লাস্কের ছিপি খুলিয়া যোগ কর। ছিপিটি একটু আলগা করিয়া আটকাইয়া দাও ; ফ্লাস্কটিকে 30 সেকেণ্ড ঝাঁকাও এবং 10 মিনিট

ঠাণ্ডায় রাখিয়া দাও। ছিপিটি খুলিয়া লইয়া ফ্লাস্কের গলা ও ছিপিটি সামান্য জল দিয়া ধৌত করিয়া উহা ফ্লাস্কে লও। এইবার সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের সাহায্যে মুক্ত আয়োডিন টাইট্রেশন কর। প্রশমন ক্রিয়া শেষ হইবার পূর্বে 1 মি. লি. স্টার্চ দ্রবণ যোগ কর।

$$C_6H_5OH + 3Br_2 \longrightarrow C_6H_2Br_3OH + 3HBr$$

6 লিটার N $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv$ 3 মোল $I_2 \equiv$ 3 মোল Br_2

$\equiv$ 94 গ্রাম ফেনল

ধরি টাইট্রেশনে V_1 মি. লি. $\frac{N}{20}$ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ লাগে তাহা হইলে

V_1 মি. লি. $\frac{N}{20}$ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv \frac{94 \times V_1}{6 \times 1000 \times 20}$ গ্রাম ফেনল

$\therefore$ 250 মি. লি. ফেনল দ্রবণ $\equiv \frac{94 \times V_1 \times 250}{6 \times 1000 \times 20 \times 25}$ গ্রাম ফেনল

$\equiv \frac{94 \times V_1}{6 \times 1000 \times 2}$ গ্রাম ফেনল

3. অ্যানিলিনের পরিমাণ নির্ণয় :

আনুমানিক 3·0 গ্রাম অ্যানিলিন একটি আয়তনমাত্রিক ফ্লাস্কে লইয়া তাহাতে 6 মি. লি. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া অ্যানিলিন দ্রবীভূত কর। তারপর জল যোগ করিয়া আয়তন 250 মি. লি. কর। উক্ত দ্রবণের 25 মি. লি. পিপেটের সাহায্যে একটি ছিপিযুক্ত কনিক্যাল ফ্লাস্কে ঢাল এবং ফেনলের পরিমাণ নির্ণয় করিতে যেভাবে কাজ করিয়াছ সেইভাবে কাজ কর।

1 মি. লি. $\frac{N}{20}$ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv \frac{93}{1000 \times 20 \times 6}$ গ্রাম অ্যানিলিন

4. ফরম্যালডিহাইডের (Formaldehyde) পরিমাণ নির্ণয় :

নির্দিষ্ট পরিমাণ আয়োডিন ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের সাহায্যে ফরম্যালডিহাইডকে জারিত করা হয়। তৎপর অতিরিক্ত আয়োডিন সোডিয়াম থায়োসালফেটের সাহায্যে টাইট্রেশন করিয়া পরিমাপ করা হয়।

$$HCHO + I_2 + 3NaOH = 2NaI + 2H_2O + HCOONa$$

একটি 100 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্ক কর্কসহ সঠিকভাবে ওজন করিয়া লও। উহাতে অংশাঙ্কিত পিপেটের সাহায্যে 1·25 মি. লি. ফরমালিন (Formalin) ঢালিয়া আবার ওজন কর। তাহা হইলে ফরমালিনের ওজন পাওয়া যাইবে। তারপর উহাতে 50 মি. লি. জল যোগ কর। একটি 250 মি. লি. আয়তন-মাত্রিক ফ্লাস্ক লইয়া তাহাতে একটি ফানেল লাগাইয়া উহাতে দ্রবণ ঢাল। কনিক্যাল ফ্লাস্ক সামান্য জলে ধৌত করিয়া উহা ঢালিয়া লও। তারপর জল যোগ করিয়া আয়তন 250 মি. লি. কর।

অপর একটি 250 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে 25 মি. লি. দ্রবণ ঢালিয়া লও। তাহাতে 50 মি. লি. 0·05N আয়োডিন দ্রবণ যোগ কর। বিলম্ব না করিয়া উহাতে 2N NaOH দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যোগ কর যতক্ষণ না তরলের বর্ণ হলুদাভ হয়। তারপর 10 মিনিট উহা অন্ধকারে রাখিয়া দাও ও মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া দাও। এইবার দ্রবণ 2N HCl দ্রবণের সাহায্যে আম্লিক করিয়া তারপর অতিরিক্ত আয়োডিন $\frac{N}{20}$ সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন কর। নির্দেশক হিসাবে স্টার্চদ্রবণ ব্যবহার কর।

হিসাব

1 গ্রাম-মোল আয়োডিন $\equiv$ 1 গ্রাম-মোল ফরমালডিহাইড

অথবা, 2 লিটার N আয়োডিন দ্রবণ $\equiv$ 30 গ্রাম ফরমালডিহাইড

$\therefore$ 1 মি. লি. N আয়োডিন দ্রবণ $\equiv$ 1 মি. লি. N S_2O_3''

$= \frac{30}{2 \times 1000}$ গ্রাম $\equiv$ ·015 গ্রাম ফরমালডিহাইড।

ফরমালডিহাইডের মোট ওজন হইতে ফরমালিনে ফরমালডিহাইডের শতকরা হার বাহির কর।

5. গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় :

প্রথমে ফেহ্‌লিং দ্রবণ তৈরী করিয়া তাহার শক্তি অনার্দ্র শুদ্ধ গ্লুকোজের একটি দ্রবণের সাহায্যে নির্ণয় কর। তৎপর যে গ্লুকোজ দ্রবণের শক্তি নির্ণয় করিতে চাও তাহার সহিত ফেহ্‌লিং দ্রবণের টাইট্রেশন কর। নিম্নলিখিতভাবে ফেহ্‌লিং দ্রবণ A ও ফেহ্‌লিং দ্রবণ B তৈরী কর ও প্রয়োজনে সম আয়তন মিশাইয়া ফেহ্‌লিং দ্রবণ তৈরী কর।

ফেহলিং দ্রবণ A : 17·320 গ্রাম সোদক কপার সালফেট ওজন করিয়া লইয়া গুঁড়া করিয়া লও। উহাকে একটি আয়তনমাত্রিক ফ্লাস্কে (volumetric flask) লইয়া জলে দ্রবীভূত কর এবং অতিরিক্ত জল দিয়া আয়তন 250 মি. লি. কর। ইহাতে কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ কর। ইহা দ্রবণকে ভাল সংরক্ষিত করিবে।

ফেহলিং দ্রবণ B : 86·5 গ্রাম সোডিয়াম পটাসিয়াম টারট্রেটের কেলাস (Sodium Potassium Tartrate) ওজন করিয়া লইয়া তাহা গরম জলে দ্রবীভূত কর। অপর একটি পাত্রে 30 গ্রাম বিশুদ্ধ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড লইয়া তাহা জলে দ্রবীভূত কর। একটি আয়তনমাত্রিক ফ্লাস্কে উভয় দ্রবণ ঢালিয়া মিশাইয়া লও। তারপর ঠাণ্ডা করিয়া অতিরিক্ত জলের সাহায্যে আয়তন 250 মি. লি. কর।

বিশুদ্ধ গ্লুকোজের সাহায্যে ফেহলিং দ্রবণের শক্তি নির্ণয় :

আনুমানিক 1·25 গ্রাম A.R. ও শুষ্ক গ্লুকোজ সঠিকভাবে একটি আয়তন-মাত্রিক ফ্লাস্কে ওজন করিয়া লও। তারপর প্রথমে উহা জল দ্বারা দ্রবীভূত করিয়া ও পরে উহা লঘু করিয়া আয়তন 250 মি. লি. কর। একটি 100 মি. লি. কনিক্যাল ফ্লাস্কে ফেহ্‌লিং দ্রবণ 25 মি. লি. পিপেটের সাহায্যে মাপিয়া লও। উহাতে 25 মি. লি. জল যোগ কর। উত্তপ্ত করিয়া ফুটন্ত অবস্থায় আন। তারপর বুরেট হইতে গ্লুকোজ দ্রবণ ফুটন্ত ফেহ্‌লিং দ্রবণে ঢালিতে থাক যতক্ষণ না দ্রবণের নীলবর্ণ দূরীভূত হয়। এই টাইট্রেশন হইতে আনুমানিক কতটা গ্লুকোজ দ্রবণ প্রয়োজন তাহা সম্পর্কে একটি মোটামুটি ধারণা জন্মিবে। গ্লুকোজের কতটা দ্রবণ লাগিবে সে সম্পর্কে সঠিকভাবে জানিতে হইলে আবার টাইট্রেশন শুরু কর। টাইট্রেশনের জন্য যে আয়তন গ্লুকোজ দ্রবণ দরকার তাহা হইতে 0·5 – 1 মি. লি. কম ঢাল। উত্তপ্ত করিয়া ফুটন্ত অবস্থায় আনিয়া মৃদু ফুটিতেছে কিনা তাহা 2 মিনিট ধরিয়া লক্ষ্য কর। তারপর উত্তাপ না কমাইয়া উহাতে 1% মিথিলিন ব্লু নির্দেশকের (Methylne blue indicater) 3 – 5 ফোঁটা যোগ কর। এইবার গ্লুকোজ দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যোগ করিয়া 1 মিনিটের মধ্যে টাইট্রেশন শেষ কর। নির্দেশকের নীল বর্ণ প্রান্ত বিন্দুতে (end point) দূরীভূত হইবে। টাইট্রেশন পুনরায় কর। দেখিও গ্লুকোজের আয়তনের মান যেন 0·1 মি. লি. এর বেশী পার্থক্য না থাকে।

হিসাব :

1·25 গ্রাম গ্লুকোজ 250 মি. লি. দ্রবণে আছে।

∴ 1 মি. লি. জ্ঞাত গ্লুকোজ দ্রবণ $\equiv \frac{1 \cdot 25}{250}$ গ্রাম গ্লুকোজ

ধরি 25 মি. লি. ফেহ্‌লিং দ্রবণ ≡ V মি. লি. গ্লুকোজ দ্রবণ

$\equiv \frac{1 \cdot 25 \times V}{250}$ গ্রাম গ্লুকোজ

একটি গ্লুকোজের নমুনাতে কতটুকু গ্লুকোজ রহিয়াছে তাহা জানিবার জন্য সঠিকভাবে উহার 1·25 গ্রাম ওজন করিয়া লইয়া পূর্বের ন্যায় 250 মি. লি. দ্রবণ তৈরী কর। তারপর টাইট্রেশন কর।

হিসাব :

গ্লুকোজের নমুনার ওজন = 1·25

ধরি 25 মি. লি. ফেহ্‌লিং দ্রবণ প্রশমিত করিতে v_1 মি. লি. অজ্ঞাত গ্লুকোজ দ্রবণ লাগে।

∴ 25 মি. লি. ফেহ্‌লিং দ্রবণ ≡ v_1 মি. লি. অজ্ঞাত গ্লুকোজ দ্রবণ

$\equiv \frac{1 \cdot 25 \times V}{250}$ গ্রাম গ্লুকোজ

∴ 250 মি. লি. অজ্ঞাত গ্লুকোজ দ্রবণে গ্লুকোজ থাকে

$\frac{1 \cdot 25 \times V \times 250}{250 \times v_1}$ গ্রাম $= \frac{1 \cdot 25 \times V}{v_1}$ গ্রাম

∴ গ্লুকোজের নমুনাতে গ্লুকোজের পরিমাণ

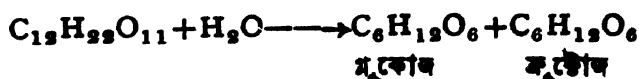
$$\frac{1 \cdot 25 \times V \times 100}{v_1 \times 1 \cdot 25}\% = \frac{V \times 100}{v_1}\%$$

6. সুক্রোজের (ইক্ষু-শর্করা) পরিমাণ নির্ণয় :

প্রথমে ফেহলিং দ্রবণ তৈরী করিয়া গ্লুকোজের একটি প্রমাণ (Standard) দ্রবণের সাহায্যে উহার শক্তি নির্ণয় কর (পৃষ্ঠা ২৩২)।

কোন একটি নমুনাতে সুক্রোজের পরিমাণ নির্ণয় করিতে হইলে প্রথমে উহাকে আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন করে। উভয়েই ফেহ্‌লিং দ্রবণ বিজারিত করে।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

গ্লুকোজ ফ্রুক্টোজ

সঠিকভাবে 1·3 গ্রাম ইক্ষু-শর্করা ওজন করিয়া লও। তাহাতে 15 মি. লি. পাতিত জল যোগ করিয়া উহা দ্রবীভূত কর। ইক্ষু-শর্করা দ্রবণ একটি টেষ্ট-টিউবে লইয়া তাহাতে 5 মি. লি. N. HCl দ্রবণ যোগ কর। তারপর উহাকে ফুটন্ত জলে 10 মিনিট ধরিয়া রাখিয়া উত্তপ্ত কর। ঠাণ্ডা কর এবং 5 মি. লি. N. NaOH দ্রবণ যোগ কর। সমস্ত দ্রবণটুকু একটি আয়তনমাত্রিক ফ্লাস্কে ঢালিয়া লও। টেষ্ট-টিউবটি সামান্য জলে ধৌত করিয়া তাহাও ফ্লাস্কে যোগ কর। তারপর অতিরিক্ত জল যোগ করিয়া আয়তন 250 মি. লি. কর। এইবার পূর্বের ন্যায় (পৃষ্ঠা ২৩২) আর্দ্রবিশ্লেষিত দ্রবণ বুরেটে লইয়া ও 25 মি. লি. ফেহ্‌লিং দ্রবণ কনিক্যাল ফ্লাস্কে লইয়া টাইট্রেশন কর।

হিসাব :

342 গ্রাম ইক্ষু-শর্করা ≡ 360 গ্রাম গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ

25 মি. লি. ফেহলিং দ্রবণ $\equiv \frac{1·25 \times V}{250}$ গ্রাম গ্লুকোজ

যেখানে V = জ্ঞাত গ্লুকোজ দ্রবণের আয়তন

∴ 25 মি. লি. ফেহ্‌লিং দ্রবণ ≡ x মি. লি. অপবৃত্ত (Invert)

শর্করা দ্রবণ $\equiv \frac{1·25 \times V}{250}$ গ্রাম অপবৃত্ত শর্করা

$\equiv \frac{1·25 \times V \times 342}{250 \times 360}$ গ্রাম ইক্ষু-শর্করা

∴ 250 মি. লি. দ্রবণে ইক্ষু-শর্করা আছে

$= \frac{1·25 \times V \times 342 \times 250}{250 \times 360 \times x}$ গ্রাম $= \frac{1·25 \times V \times 342}{360 \times x}$ গ্রাম

∴ ইক্ষু-শর্করার নমুনাতে ইক্ষু-শর্করার পরিমাণ

$= \frac{1·25 \times V \times 342 \times 100}{360 \times x \times 1·3}\%$

7. অ্যাসিটাইল মূলকের পরিমাণ নির্ণয় :

A. এস্টার : অ্যাসিটাইল মূলকের পরিমাণ নির্ণয় করিবার জন্য অ্যাসিটাইল মূলকযুক্ত কোন যৌগকে অ্যালকোহলের উপস্থিতিতে গাঢ় H_2SO_4 সহযোগে অ্যালকোহল বিশ্লেষণ করা (Alcoholysis) হয়। ফলে ইথাইল অ্যাসিটেট উৎপন্ন হইবে। উহাকে পাতিত করিয়া বাহির করিয়া আনিয়া আবার আর্দ্র-বিশ্লেষণ করা হয়।

$$R.O.COCH_3 + C_2H_5OH = ROH + CH_3.COOC_2H_5$$

একটি 200 মি. লি. পাতন ফ্লাস্ক লও। একটি বক্র পার্শ্বনল উহাতে সংযুক্ত করিয়া তাহার সহিত একটি শীতক সংযুক্ত কর। পাতন ফ্লাস্কের সহিত একটি ট্যাপ-ফানেল যুক্ত করিয়া এবং ফ্লাস্কটি একটি তারজালির উপর রাখিয়া উত্তপ্ত কর। একটি ক্ষুদ্র নমুনা টিউব আনুমানিক 0·25 – 0·35 গ্রাম অ্যাসিটাইল যৌগ পাতন ফ্লাস্কে সঠিকভাবে ওজন করিয়া লও। ফ্লাস্কের মুখে সামান্য লাগিয়া থাকিলে উহা 5 মি. লি. অ্যালকোহল দ্বারা ধৌত করিয়া ফ্লাস্কে লও। তারপর তাহাতে 25 মি. লি. অ্যালকোহল ও 5 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 ফানেলের সাহায্যে যোগ কর। গাঢ় H_2SO_4 ধীরে ধীরে যোগ করিবে ও মাঝে মাঝে ঝাঁকাইয়া লইবে। সামান্য পোর্সেলিন কুচি যোগ কর। একটি 200 মি. লি. গোলতল ফ্লাস্কে $\frac{N}{2}$ 20 মি. লি. অ্যালকোহলযুক্ত পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ঢাল। উহা গ্রাহক হিসাবে কাজ করিবে। ট্যাপ ফানেলে 20-25 মি. লি. অ্যালকোহল ঢালিয়া লও। যখন পাতন ফ্লাস্কের তরল ধীরে ধীরে পাতিত হইতে শুরু করিবে তখন ফোঁটা ফোঁটা করিয়া অ্যালকোহল ফ্লাস্কে যোগ কর। উষ্ণতা যাহাতে বেশী বাড়িতে না পারে সেদিকে সতর্ক দৃষ্টি রাখিতে হইবে কারণ উষ্ণতা বাড়িলে H_2SO_4 বিয়োজিত হইবে এবং হিসাবে ত্রুটি বাড়িয়া যাইবে। লক্ষ্য রাখিবে যেন যে হারে অ্যালকোহল ট্যাপ-ফানেল হইতে ফ্লাস্কে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া পড়ে সেই হারে তরল পাতিত হয়। যতক্ষণ না ফ্লাস্কের তরলের অর্ধেক পরিমাণ পাতিত হয় ততক্ষণ পাতন ক্রিয়া চালাইয়া যাও। গ্রাহকের সহিত একটি রিফ্লাক্স শীতক সংযুক্ত করিয়া গ্রাহককে জল-গাহের উপর রাখিয়া অর্ধঘণ্টা ফুটাও। তারপর ফেনল্‌ফ্‌থ্যালেইন নির্দেশক ব্যবহার করিয়া $\frac{N}{2}$ অক্সালিক অ্যাসিডের সহিত টাইট্রেশন কর।

অ্যাসিটামিডো যৌগ যথা অ্যাসিটেনিলাইডের ক্ষেত্রে উক্ত পদ্ধতি ভাল ফল দেয় না।

হিসাব :

0·633 গ্রাম ন্যাফ্‌থাইল অ্যাসিটেটের জন্য 7·5 মি. লি. $\frac{N}{2}$ KOH দ্রবণ

∴ যৌগে অ্যাসিটাইল মূলকের শতকরা হার

$$=\frac{7{\cdot}5\times 0{\cdot}043\times 100}{2\times 0{\cdot}633}=23{\cdot}6$$

পরিশিষ্ট

(i) কয়েকটি বিকারকের প্রস্তুত প্রণালী :

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ : 100 গ্রাম $CaCl_2, 6H_2O$ জলে দ্রবীভূত করিয়া তারপর অতিরিক্ত জল যোগ করিয়া দ্রবণের আয়তন 1 লিটার কর।

ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ : 75 গ্রাম $FeCl_3, 6H_2O$ জলে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে 10 মি. লি. গাঢ় HCl অ্যাসিড যোগ কর। অতিরিক্ত জল যোগ করিয়া দ্রবণের আয়তন 1 লিটার কর।

মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ : মারকিউরিক ক্লোরাইড জলে দ্রবীভূত করিয়া একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী কর।

পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ : 10 গ্রাম পটাসিয়াম আয়োডাইড 100 মি. লি. দ্রবীভূত কর।

পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ : 10 গ্রাম পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট 100 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর।

সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ : 2 গ্রাম সিলভার নাইট্রেট 100 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর।

সোডিয়াম বাইসালফাইট দ্রবণ : 600 গ্রাম $NaHSO_3$ জলে দ্রবীভূত কর ও অতিরিক্ত জল যোগ করিয়া দ্রবণের আয়তন 1 লিটার কর। তারপর উহাতে কয়েক মিনিট ধরিয়া SO_2 গ্যাস চালিত কর।

সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ : 20 গ্রাম $Na_2CO_3, 10\,H_2O$ 100 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর।

সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ : কয়েকটি কেলাস জলে দ্রবীভূত করিয়া লও।

টোলেনের বিকারক (Tollen's reagent) :

টোলেনের বিকারক A : 3·0 গ্রাম সিলভার নাইট্রেট 30 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর।

টোলেনের বিকারক B : 3·0 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড 30 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর।

টোলেনের বিকারক তৈরী করিতে বিকারক A ও বিকারক B সম আয়তনে মিশ্রিত কর। তারপর তাহাতে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা যোগ করিয়া অধঃক্ষিপ্ত সিলভার অক্সাইড দ্রবীভূত কর।

ব্রোমিন-জল: 100 মি. লি. জলে 5 মি. লি. ব্রোমিন যোগ করিয়া ঝাঁকাও। যতটুকু জলে দ্রবীভূত হইল তাহা পৃথক করিয়া লও।

ক্লোরিন-জল: ক্লোরিন গ্যাস পাঠাইয়া জল সম্পৃক্ত করিয়া লও।

ফেহ্‌লিং দ্রবণ: দ্রবণ A—69·28 গ্রাম $CuSO_4, 5H_2O$ জলে দ্রবীভূত কর ও অতিরিক্ত জল যোগ করিয়া দ্রবণের আয়তন 1 লিটার কর।

দ্রবণ B—346 গ্রাম সোডিয়াম পটাসিয়াম টারট্রেট ও 120 গ্রাম NaOH জলে দ্রবীভূত কর। তারপর উহাতে আরও জল যোগ করিয়া আয়তন 1 লিটার কর।

দ্রবণ A ও দ্রবণ B সম আয়তনে মিশাইলেই ফেহ্‌লিং দ্রবণ তৈরী হয়।

আয়োডিন দ্রবণ: আয়োডিন জলে দ্রবীভূত করিয়া একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী কর।

α-ন্যাপ্‌থল দ্রবণ: 1 গ্রাম α-ন্যাপথল মিথিলেটেড স্পিরিটে দ্রবীভূত করিয়া তারপর অতিরিক্ত মিথিলেটেড স্পিরিট যোগ করিয়া আয়তন 100 মি. লি. কর।

সিফ্‌স্‌ বিকারক (Schiff's Reagent): মৃদু উত্তাপ দিয়া 1 গ্রাম রোজানেলিন 50 মি. লি. জলে দ্রবীভূত কর। দ্রবণ ঠাণ্ডা করিয়া উহা SO_2 গ্যাস দিয়া সম্পৃক্ত কর। উহাতে 1 গ্রাম প্রাণিজ অঙ্গার (animal charcoal) দিয়া ঝাঁকাও। ফিল্টার করার পর অতিরিক্ত জল মিশাইয়া দ্রবণের আয়তন 1 লিটার কর।

2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ: 1 গ্রাম 2,4-ডাই-নাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন 30 মি. লি. মিথানলে যোগ করিয়া নাড়িতে থাক ও আস্তে আস্তে উহাতে 2 মি. লি. গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ কর। প্রয়োজন হইলে ফিল্টার করিয়া লও ও ঠাণ্ডা কর।

ডেনিগের বিকারক (Denige's Reagent): 25 গ্রাম HgO 100 মি. লি. গাঢ় H_2SO_4 দ্রবীভূত কর। তারপর উহা ধীরে ধীরে 400 মি. লি. জলে ঢালিয়া দাও।

ফেনলপ্‌থ্যালেইন (Phenolphthalein) বিকারক : 1 গ্রাম ফেনলপ্‌থ্যালেইন 100 মি. লি. মিথিলেটেড স্পিরিটে দ্রবীভূত কর।

(ii) প্রাথমিক চিকিৎসা :

(a) বার্ণারের শিখায় বা উত্তপ্ত পাত্রের সংস্পর্শে পুড়িয়া গেলে : সামান্য পুড়িয়া গেলে তৎক্ষণাৎ ঠাণ্ডা সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণ দিয়া স্থানটি ভাল করিয়া ধৌত কর এবং তারপর বার্ণল লাগাও।

বেশী পুড়িয়া গেলে তৎক্ষণাৎ সোফ্রামাইসিন ক্রীম লাগাও।

(b) ফুটন্ত জল শরীরের কোন স্থানে পড়িলে কালবিলম্ব না করিয়া সোফ্রামাইসিন ক্রিম লাগাও।

(c) শরীরের কোন স্থানে অ্যাসিড পড়িলে প্রথমে ঠাণ্ডা জলে ও তারপর সম্পৃক্ত $NaHCO_3$ দ্রবণে ভাল করিয়া উক্ত স্থান ধৌত কর।

(d) কষ্টিক ক্ষার কোথায়ও পড়িলে প্রথমে জলে ধৌত করিয়া তারপর 1% অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবণে ধৌত কর।

(e) শরীরের কোথাও সোডিয়াম পড়িয়া পুড়িয়া গেলে প্রথমে চিমটা দিয়া সোডিয়াম টুকরা দূর কর। উক্ত স্থান ভাল করিয়া জল দিয়া ধৌত করিয়া তারপর 1% অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবণ দিয়া ধৌত কর। অলিভ তেলে গ্যজ্ (Gauze) সিক্ত করিয়া জায়গাটি ঢাকিয়া দাও।

(f) শরীরের কোথাও সামান্য কাটিয়া গেলে 2% আয়োডিন দ্রবণে স্থানটি পরিষ্কার করিয়া ধৌত কর। তারপর স্থানটি পরিষ্কার করিয়া ধৌত কর। সালফানিলামাইড বা অন্য কোন অ্যান্টিসেপটিক পাউডার ঐ স্থানটিতে লগাইয়া ব্যাণ্ডেজ করিয়া দাও।

গ্রন্থপঞ্জী

এই পুস্তকটি প্রণয়নে নিম্নলিখিত পুস্তকগুলির সাহায্য গ্রহণ করা হইয়াছে।

1. Physical and Chemical Methods of Separation—
Eugene W. Berg, Ph. D.
2. Practical Organic Chemistry—F. G. Mann and
B. C. Saunders.
3. Practical Organic Chemistry (Including Qualitative
Organic Analysis)—A. I. Vogel
4. Systematic Identification of Organic Compounds—
Shriner & Fuson.
5. Systematic Qualitative Organic Analysis—
H. Middleton.
6. A. Hand Book of Organic Analysis—H. T. Clarke
7. Qualitative Analysis by Spot tests—Fritz Feigl
8. Organic Chemistry, Vol. I & II—I. L. Finar.
9. Structure and Mechanism in Organic Chemistry—
C. K. Ingold.
10. Mechanism & Structure in Organic Chemistry—
E. S. Gould.
11. Advanced Organic Chemistry : Reaction, Mechanism
and Structure—Jerry March.
12. A Guide Book to Mechanism in Organic Chemistry—
Peter Sykes.
13. Theoretical Principles of Organic Chemistry—
O. Reutov.
14. Organic Chemistry—Fieser & Fieser.
15. Organic Chemistry—Brewster and Mc Ewen.
16. Organic Chemistry—Morrison & Boyd.

17. Fundamentals of Organic Chemistry—A. N. Nesmeyanov & N. A. Nesmeyanov.

18. Resonance in Organic Chemistry—G. W. Wheland.

19. Elmentary Practical Organic Chemistry Part III Quantitative Organic Analyses—A. I. Vogel.

20. সংসদ বাংলা অভিধান—শৈলেন্দ্র বিশ্বাস

21. চলন্তিকা—রাজশেখর বসু

নির্দেশিকা

যৌগের পরীক্ষা

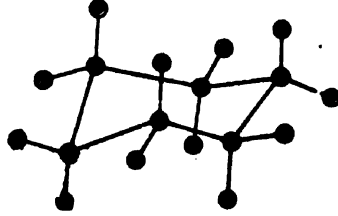
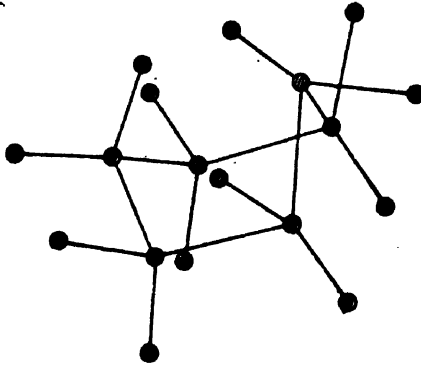
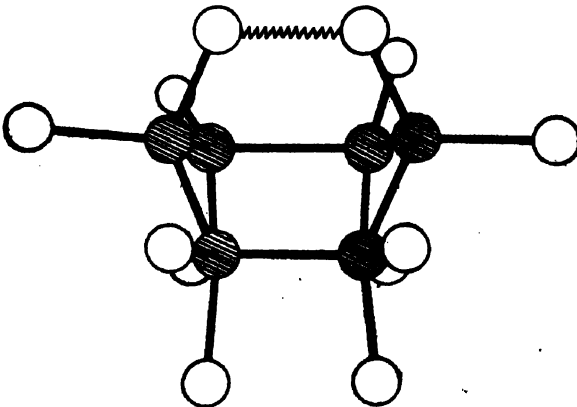
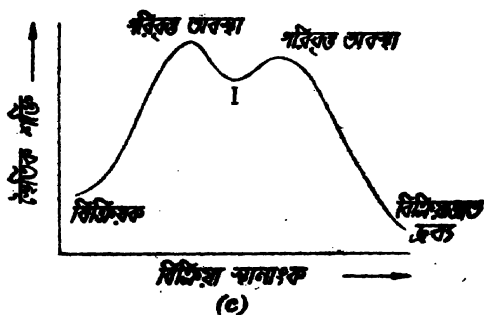
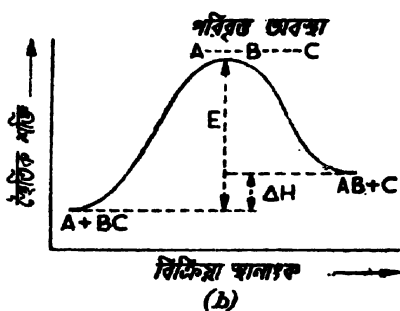
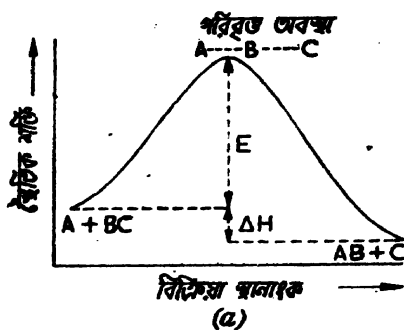
প্রস্তুত প্রণালী

বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য

শোধন

সনাক্তকরণ

সংযোজন

ভুলবশতঃ নিম্নলিখিত চিত্রগুলি যথাস্থানে দেওয়া হয় নাই। পাঠকালে চিত্রগুলি যথাস্থানে বসাইয়া পড়িতে হইবে।

চিত্র 31(a) (পৃষ্ঠা 46)

চিত্র 31(b) (পৃষ্ঠা 46)

চিত্র 31(c) পৃষ্ঠা 46

পরিবৃত্ত অবস্থা
A---B---C
E
A + BC
ΔH
AB + C
বিক্রিয়া স্থানাংক
(a)

পরিবৃত্ত অবস্থা
A---B---C
E
AB+C
ΔH
A+BC
বিক্রিয়া স্থানাংক
(b)

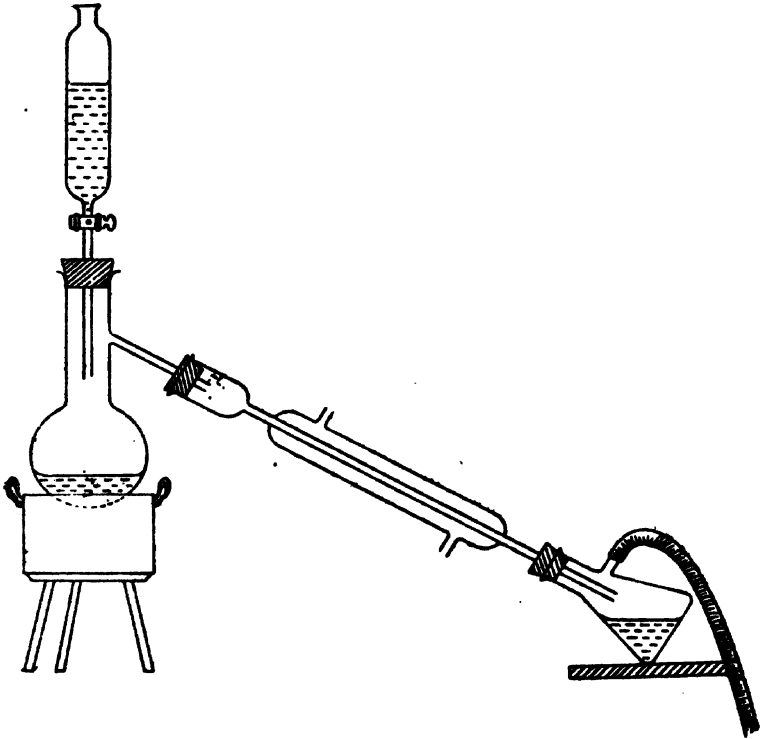
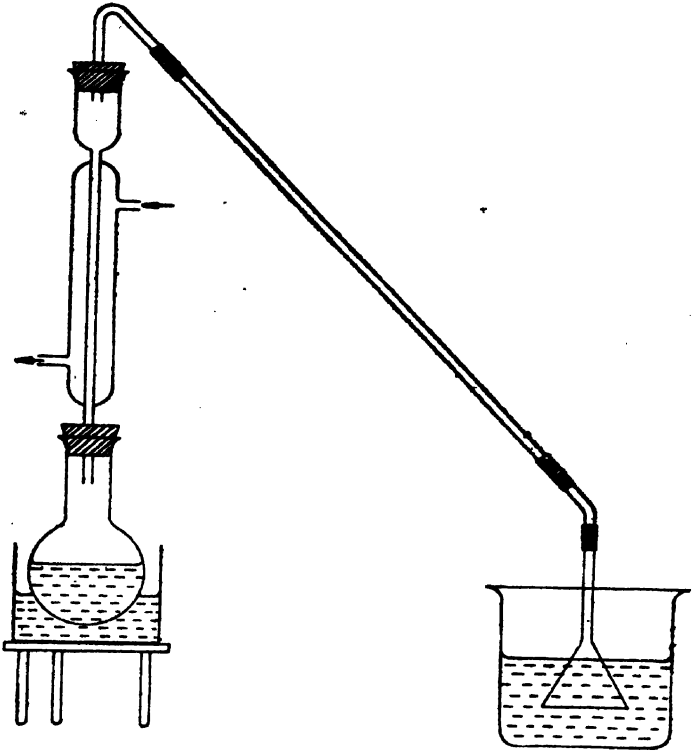
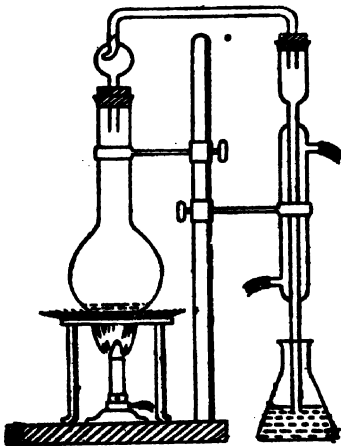
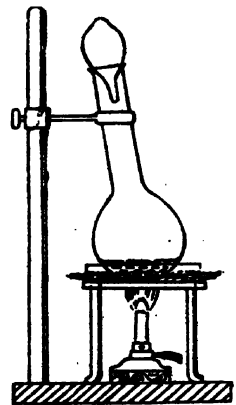
পরিবৃত্ত অবস্থা
পরিবৃত্ত অবস্থা
I
বিক্রিয়ক
বিক্রিয়াজাত দ্রব্য
বিক্রিয়া স্থানাংক
(c)

চিত্র 32 (পৃষ্ঠা 59)

চিত্র ৪৪ (পৃষ্ঠা ৭০)

চিত্র 34 (পৃষ্ঠা 92)

চিত্র 35 (পৃষ্ঠা 227)

চিত্র 36 (পৃষ্ঠা 227)

ভ্রম সংশোধন

পৃষ্ঠা ৯ দ্বিতীয় প্যারার "একটি" শব্দের পূর্বে এমন শব্দ বসিবে।

" ২০ m_A ও m_B যথাক্রমে A ও B-র আণবিক ভার এবং w_A ও w_B যথাক্রমে উহাদের ওজন বুঝায় হইবে।

" ২৩ প্রথম প্যারার শেষ দুইটি বাক্য বর্জনীয়।

" ৪০ pKa-এর মান $ICH_2.COOH$ এর 3·12 হইবে ("2·12" নহে)।

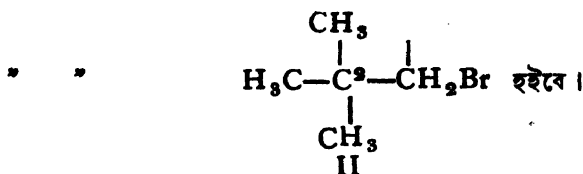
" " " $H_3C.(CH_2)_n.COOH$-এর 4·82—4·95 হইবে। ("4·82—495" নহে)।

" ৪১ প্রথম প্যারার Hydrogen bonding কথাটির পর দ্বারা শব্দ যোগ হইবে।

" ৪২ দ্বিতীয় সমীকরণে $-O^-$ হইবে ("$-O$" নহে)।

" ৪৫ দ্বিতীয় প্যারার পঞ্চম লাইনে গতি শব্দের পর "দ্বিতীয়টির বিক্রিয়ার গতি" যোগ হইবে।

" "

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \quad\; | \\ H_3C-C^2-CH_2Br \\ | \\ CH_3 \\ II \end{array}$$ হইবে।

" " শেষ লাইনে "CH_3" এর পরিবর্ত্তে CH_3I হইবে।

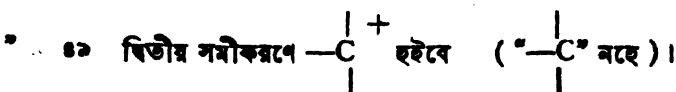
" ৪৬ প্রথম লাইনে 2,6-ডাইমিথাইল হইবে ("৪" নহে)

" " তৃতীয় প্যারার অষ্টম লাইনে প্রথম শব্দটি 'মিথক্সীয়ার' ("নিক্রিয়ার" নহে)।

" ৪৮ উপাত্তে $k \times 10^4$ হইবে ("$k \times 0^4$ নহে")

σ (Sigma)-electron ("৪" ইলেকট্রন নহে)।

" ৪৯ দ্বিতীয় সমীকরণে $-\overset{|}{\underset{|}{C}}{}^{+}$ হইবে ("$-\overset{|}{\underset{|}{C}}$" নহে)।

" ৫০ বিক্রিয়ার দ্বিতীয় ধাপে—$\overset{\ominus}{C}HBr$ হইবে ("$-\bar{C}HBr$" নহে)।

পৃষ্ঠা ৫৭ প্রতিস্থাপন ক্রিয়ার সপ্তম লাইনে যাহাতে শব্দের পর "নিউক্লিয়াস-প্রিয় বিকারক" যোগ হইবে।

" ৫৯ প্রথম প্যারার শেষ লাইনে "হাতা" শব্দটির পরিবর্তে ছাতা হইবে।

" ৬০ শেষ প্যারার দ্বিতীয় এবং চতুর্থ লাইনে গ্রুপ হইবে ("গপ" নহে)

" ৬১ ("পৃষ্ঠা……") জায়গায় পৃষ্ঠা ৩৮ হইবে।

" ৬৪ "নাইট্রোজিয়াম" এর পরিবর্তে নাইট্রোনিয়াম, এবং "হ্যালোজিয়াম" এর পরিবর্তে হ্যালোনিয়াম হইবে।

" " $R^{+\delta}$……….X……….$Al^{-\delta}Cl_3$ হইবে।

" ৬৫ б-কমপ্লেক্স এর পরিবর্তে σ (Sigma)-কমপ্লেক্স। অন্যত্রও একই হইবে।

" ৬৯ তৃতীয় প্যারার পঞ্চম লাইনে কার্বনিল হইবে ("কার্বনিন" নহে)।

" ৭২ শেষ প্যারার শেষ লাইনে অলিফিন হইবে ("অ্যালফিন" নহে)

" ৭৫ ডাইইথাইল ইথার হইবে ("ডাইইথাল ইথার" নহে)।

" ৭৭ আইসোথ্যালিক হইবে ("আইসোনথ্যালিক" নহে)।

" ৭৮ সপ্তম লাইনে ক্রিয়ায় হইবে ("ক্রিয়ার" নহে)।

" ৮২ দ্বিতীয় লাইনে গ্রুপ হইবে ("গপ" নহে)।

" ৮৪ প্রথম প্যারার ২য় লাইনে $\overset{\ominus}{O}H$ হইবে ("OH" নহে)।

" ৮৮ সালফিউরিক অ্যাসিড হইবে ("সালফিউবিক" নহে)।

" ৯২ ২য় প্যারার ৪র্থ লাইনে যোগ করিয়া হইবে ("করা" নহে)।

" ৯৫ ৩য় লাইনে বিকারটিকে হইবে ("বিকারটিতে" নহে)।

" ৯৬ ("পৃষ্ঠা……") জায়গায় পৃষ্ঠা ৬৩ হইবে।

" ১০৩ $CH_3{\cdot}COO^-$ হইবে ("$H_3C{\cdot}OO^-$" নহে)

দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় $\overset{-}{C}H_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ হইবে।

" ১০৪ ষষ্ঠ লাইনে 100 মিলি হইবে ("10" মিলি নহে)।

" ১০৭ ফেনল হইবে ("ফেবল" নহে)।

" ১০৯ ২য় প্যারার ৫ম লাইনে উষ্ণতা হইবে ("উত্তপ্ত" নহে)।

" ১১৫ সমীকরণের শেষে অর্থো-ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড হইবে।

" ১১৬ ৩য় লাইনের সমীকরণের H^+এর নীচে দ্রুত যোগ হইবে।

" ১১৭ Benzal Acetophenone হইবে, ("Acetopheitone" নহে)।
" " শেষ লাইনে চাল শব্দের পর "এবং" যোগ হইবে।
" ১১৮ 450 মিলি রেকটিফায়েড ("ঠাণ্ডা" শব্দটি বাদ)।
" ১২১ দ্বাদশ লাইনে "উহাতে" শব্দটি বাদ।
" ১২৪ প্রথম প্যারার শেষে লও হইবে ("লপ নহে")।
" " শেষ লাইনে 7·00 মিলি হইবে ("70 মিলি নহে")।
" ১২৬ পরিমাণ হইবে ("ররিমাণ" নহে)।
" " Glucose Pentaacetate হইবে।
" ১২৭ প্রথম প্যারায় I ঘন্টা ধরিয়া ("।" দাঁড়ি নহে)।
" ১৩৫ (Class N_1এ) লাইনে ("Quinone" শব্দটি বাদ হইবে)।
" ১৪১ পিক্রিক হইবে ("পিক্রির" নহে)।
" ১৪৪ ·5 gm হইবে ("5 gm. নহে")।
" ১৪৭ পৃষ্ঠা ১৩৯ হইবে ("পৃষ্ঠা ২৬২" নহে)।
" ১৫৪ 200 গ্রাম সেরিক অ্যামোনিয়াম-নাইট্রেট হইবে ("1200 গ্রাম" নহে)।
" ১৫৫ ক্যাটেকল হইবে ("ক্যাটেকশ" নহে)।
" " শেষ লাইনে অবস্থায় হইবে ("অবস্থা" নহে)।
" ১৫৬ (i) হাইড্রক্সিল অ্যামাইন হাইড্রোক্লোরাইডের হইবে ("হাইড্রো-ক্লোরাইডের" নহে)।
" ১৬২ (v) বেনজোয়িক ক্লোরাইডের হইবে ("বেনজোয়িল" নহে)।
" ১৬৪ প্রথম লাইনে প্রাইমারী হইবে ("প্রামারীই" নহে)।
" ১৬৯ (i) সালফিউরিক অ্যাসিড হইবে ("সালফিউরিক" নহে), Na_2SO_3 হইবে ("Sodium bisulphite" নহে)।
" ১৭১ C_6H_5COCl হইবে ("CH_5COCl" নহে)।
" ১৭২ ("পৃষ্ঠা……") জায়গায় পৃষ্ঠা ১৮৪ হইবে।
" ১৭৩ সমীকরণে "CH_2" বাদ হইবে।
" ১৭৫ (vi) করিবার জন্ম হইবে ("করিবার" নহে)।
" ১৭৯ প্রথম সমীকরণে +2HCl হইবে ("2HCl" নহে)।
" ১৮০ অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়ায় হইবে ("অ্যালডিহাইড-অ্যামো-নিয়াম" নহে)।

”	১৮১	(ix)-এ 0°C হইবে (“10°C” নহে)।
”	১৮২	(i) ফিনাইল হাইড্রাজোন হইবে (“হাইড্রাজেনে” নহে)।
”	১৮৭	(viii)-এ As_2O_3 হইবে (“AS_2O_3” নহে)।
”	১৮৮	(vi) অধঃক্ষেপ হইবে (“অধঃক্ষেপে” নহে)।
”	১৯০	(viii)-এ KM_nO_4 হইবে (“$KMaO_4$” নহে)।
”	১৯২	(vi)-এ অ্যাসেটিক হইবে (“অ্যাসোটিক” নহে)।
”	১৯৩	(iv) অনুভূত হইবে (“অনুভূতি” নহে)।
”	”	গলনাংক হইবে (“গলানাংক” নহে)।
”	১৯৭	(ii) বাহির হইবে (“বাহিরে” নহে)।
”	”	(vii) ফ্লোরেসসেন হইবে (“ক্লোরেসসেন” নহে)।
”	১৯৯	(ii) উহাতে হইবে (“উহা” নহে)।
”	২০৪	(iv) প্যারা-নাইট্রোসোডাইমিথাইল অ্যানিলিন হইবে।